

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D	12 APR 1999
WIPO	PCT

EP 39 / 1809

## Bescheinigung

Die SCHÜMANN SASOL GmbH & Co KG in Hamburg/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Mikrowellenaktivierbare Latentwärmespeicherkörper"

am 19. Mai 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt, daß sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland vom 29. April 1998, Aktenzeichen 198 19 171.5, in Anspruch nimmt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole F 28 D und C 09 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 11. Januar 1999  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Niedert

Aktenzeichen: 198 22 541.5

N 10 00 99

Patent-Nachanmeldung

Mikrowellenaktivierbare Latentwärmespeicherkörper

SCHÜMANN SASOL  
GmbH & Co. KG  
Worthdamm 13-27

D-20456 Hamburg

VGN 258 024 N22899I Mü./Bz./We./Or. 19.5.1998

# Mikrowellenaktivierbare Latentwärmespeicherkörper

Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicherkörper mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis und Verfahren zur Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers.

Latentwärmespeicherkörper dienen bekanntlich zur zeitlichen Entkoppelung von Wärme- bzw. Kälteerzeugung und nachfolgendem Wärme- bzw. Kälteverbrauch. Sie ermöglichen eine Steigerung der Effektivität, indem das in ihnen enthaltene Latentwärmespeichermaterial bei einem durch Wärmezufuhr hervorgerufenen Phasenübergang, bspw. von fest nach flüssig, Wärme speichert und bei einem zeitlich entkoppelten, entgegengerichteten Phasenübergang Wärme abzugeben vermag. Die zeitliche Entkoppelung von Wärmezufuhr und abfuhr ermöglicht lange, durchgängige Laufzeiten von Wärme- bzw. Kälteerzeugern mit hohen Wirkungsgraden und geringen An-, Abfahr- und Stillstandskosten. Latentwärmespeicherkörper werden beispielsweise in Anlagen zur Wärmeerzeugung aus Solarenergie oder aus fossilen Energieträgern verwendet, darüber hinaus aber auch in Kühlkreisläufen. Zum Stand der Technik wird beispielsweise auf die PCT/EP 93/03346 und auf die PCT/EP98/01956, sowie auf die darin genannten weiteren Druckschriften verwiesen. Insbesondere ist aus der PCT/EP98/01956 ein Latentwärmekörper mit in einem Aufnahmeräume aufweisenden Trägermaterial aufgenommenen Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis bekannt. Bei dem bekannten Latentwärmekörper wird darauf abgestellt, daß das Trägermaterial aus einzelnen Trägermaterialelementen beispielsweise durch Verklebung zusammengesetzt ist, wobei jedenfalls zwischen den Trägerelementen kapillarartige Aufnahmeräume für das Latentwärme-



speichermaterial ausgebildet sind. Diese Anordnung führt zu einem einfach herstellbaren und hochwirksamen Latentwärmekörper mit einem hohen Wärmespeichervermögen, der auch im erwärmten Zustand eine ausreichende Strukturfestigkeit aufweist und dessen Trägermaterial sich weitestgehend selbsttätig mit dem Latentwärmespeichermaterial füllt. Den Vorteilen des vorgenannten und weiterer bekannter Latentwärmespeicherkörper stehen in Abhängigkeit von den gewählten Abmessungen und Verwendungsbereichen unerwünscht lange Zeitintervalle gegenüber, die zur Zufuhr bzw. Speicherung von Wärmeenergie erforderlich sind. Zu lange Aufheizzeiträume ergeben sich besonders dann, wenn die Wärmeenergie ausschließlich mittels Wärmeleitung von der Oberfläche in das Innere eines Latentwärmespeicherkörpers erfolgen muß und Wärmeleitbarrieren vorhanden sind, die beispielsweise zwischen lose aneinandergrenzenden Teilkörpern innerhalb eines Latentwärmespeicherkörpers bestehen können.

Es wurde daher bereits der Versuch unternommen, Mikrowellen energetisch in Latentwärmespeicherkörper mit einem großen Anteil Paraffin als Latentwärmespeichermaterial einzukoppeln und darüber aufzuheizen. Bekanntlich besitzen Mikrowellen die Fähigkeit, zu erwärmende Körper mit sehr hoher Geschwindigkeit zu durchdringen und darin enthaltene mikrowellenaktive Stoffe durch Anregung von Molekülschwingungen mittels Bewegungsenergie zu erwärmen, ohne das dazu Wärmeleitung erforderlich wäre. Durch Aufheizung eines Körpers mittels Mikrowellenstrahlung können daher grundsätzlich erheblich kürzere Aufheizintervalle als bei einer Wärmeübertragung mittels Wärmeleitung realisiert werden. Eine grundlegende Schwierigkeit besteht jedoch darin, daß neben mikrowellenaktiven Stoffen in technischen Anwendungen häufig auch mikrowellenpassive Stoffe, beispielsweise



Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis, von Bedeutung sind, deren Moleküle durch die Mikrowellenstrahlung nicht oder für die technische Anwendung ungenügend erwärmt werden können. Während inzwischen die mikrowellenaktive Eigenschaft von Wasser und einigen Kohlenstoffverbindungen als bekannt vorauszusetzen ist, treten in vielen Bereichen der Technik Probleme durch eine mangelnde oder nicht vorhersehbare Mikrowellenaktivität von zahlreichen weiteren Stoffen, z.B. bei Baumwolle, einigen Kunststoffen, Holz und Paraffinen auf. Zur Lösung dieses Problems gibt man diesen Stoffen Mikrowellenantennen bei, etwa als Kohlenstoff, OH-Gruppen in Form von Ruß, Glycerin oder Alkoholen. So wird z.B. in der eingangs genannten PCT/EP98/01956 vorgeschlagen, daß der Latentwärmekörper einen mikrowellenaktiven Stoff, insbesondere aus einer oder mehreren der Werkstoffgruppen Gläser, Kunststoffe, Mineralstoffe, Metalle, Kohle oder Keramik enthält. Es wird dadurch erreicht, daß je nach Anordnung bzw. Verteilung des mikrowellenaktiven Stoffes im Latentwärmekörper zahlreiche Heiz- bzw. Wärmenester unter dem Einfluß von Mikrowellenstrahlung entstehen, die ihre Wärmeenergie aufgrund der bestehenden Temperaturdifferenz an das angrenzende, überwiegend mikrowellenpassive Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis abgeben. Durch die verkürzten Wärmeleitwege wird damit prinzipiell eine Beschleunigung des Aufheizvorganges erreicht.

Bei der Zugabe der Mikrowellenantennen ist allerdings im allgemeinen nachteilig, daß diese Beigaben aus Nutzungssicht häufig nicht wünschenswert sind, erhöhte Aufmerksamkeit bei ihrem Einsatz verlangen, sich unwillkürlich verbrauchen können oder etwa die Gefahr von Entmischungen und damit gefährlicher Konzentrationsunterschiede besteht, wodurch es zu örtlichen Überhitzun-



gen und zum "Durchbrennen" eines Materialverbundes aus mikrowellenpassivem und mikrowellenaktiven Material kommen kann. Allgemein wird daher die Nutzung und der Anwendungsumfang vieler mikrowellenpassiver Materialien bisher durch Zugabe von mikrowellenaktiven Stoffen eingeschränkt.

Auch bei Latentwärmespeicherkörpern, beispielsweise bei Wärmekissen oder Platten, mit einem großen Anteil Paraffin als Latentwärmespeichermedium ist es bisher nicht zu einer befriedigenden Lösung gekommen, mit der es ermöglicht wird, Mikrowellen energetisch einzukoppeln und darüber den Latentwärmespeicherkörper aufzuheizen. Bisherige Versuche wurden über die vorgenannten Schwierigkeiten hinaus dadurch erschwert, daß sich in einer hermetisch geschlossenen Hülle einer Paraffinpackung mit einem zum Beispiel flüssigen mikrowellenaktiven Material ein hoher Dampfdruck aufbauen kann, mikrowellenaktive Stoffe sich oft nur mit einem großen technischen Aufwand (dosiertes Extrudieren) getrennt vom Paraffin mikrogekapselt anlagern lassen, was damit wiederum relativ große Anteile gegenüber dem Paraffin notwendig macht. Auch die so angelagerten mikrowellenaktiven Zusätze können sich jedoch im Laufe der Zeit irreversibel verflüchtigen bzw. die Neigung zum Auftreten besitzen. Unterschiedliche Schichten des mikrowellenaktiven und/oder des mikrowellenpassiven Materials ergeben wiederum erhebliche Temperturschwankungen. In der Summe bestehen daher immer noch große technische Probleme hinsichtlich der Herstellung, der Gebrauchseigenschaften und der Funktionssicherheit von mit mikrowellenaktiven Stoffen dotierten mikrowellenpassiven Materialien.

Ausgehend von der vorgenannten PCT/EP98/01956 ist es daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen durch Mikrowellen aufheizbaren Latentwärmespeicherkörper mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis mit demgegenüber leichterer Herstellbarkeit, vorteilhafteren Gebrauchseigenschaften und höherer Funktionssicherheit anzugeben. Ein weiterer Aufgabenteil besteht darin, ein vereinfachtes Herstellungsverfahren für einen Latentwärmespeicherkörper mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis anzugeben. Die Aufgabe umfaßt außerdem die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines durch Mikrowellen aufheizbaren Latentwärmespeicherkörpers mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis.

Der erste Aufgabenteil wird erfindungsgemäß durch einen Latentwärmespeicherkörper mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst, zu dem vorteilhafte Ausgestaltungen in den Ansprüchen 2 bis 21 angegeben sind. Bei dem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörper mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis ist darauf abgestellt, daß der Latentwärmespeicherkörper ein hygroskopisches Material enthält. Das hygroskopische Material besitzt die ausgeprägte Fähigkeit, aus seiner Umgebung Feuchtigkeit aufzunehmen und diese an sich zu binden.

Als hygroskopische Stoffe lassen sich besonders gut Calciumchlorid ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), Eisenchlorid ( $\text{FeCl}_3$ ), Kupfersulfat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ), Magnesiumchlorid ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), Pottasche (Kaliumcarbonat,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) und Kiesel- bzw. Silicagel sowie zahlreiche weitere Stoffe einsetzen.

Bei der Feuchtigkeit kann es sich insbesondere um Flüssigkeiten auf Wasserbasis, selbstverständlich auch um reines Wasser, handeln, das von einem hygroskopischen Material auch in Dampfphase, d.h. in gasförmiger Form, aus der Umgebung aufgenommen werden kann. Das hygroskopische Verhalten beruht teilweise auf Adsorption und neben weiteren - häufig untergeordneten - Effekten bei feinporigen Materialien häufig auch auf Kapillarkondensation. Darüber hinaus kann hygroskopisches Verhalten auch darauf beruhen, daß die Feuchtigkeit als Salzlösung (Kristallwasser) im hygroskopischen Material enthalten ist. Die Kapillarkondensation ist dann von Bedeutung, wenn der durch die Gibbs-Thomson-Gleichung näherungsweise beschriebene Dampfdruck über einer in den Poren bzw. Kapillaren eines Körpers konkav gekrümmten Flüssigkeitsoberfläche soweit abgesenkt wird, daß er kleiner als der Dampfdruck in dem umgebenden Gas wird. Das im Latentwärmespeicherkörper enthaltene hygroskopische Material bewirkt mit der Aufnahme von Feuchtigkeit, insbesondere auf Wasserbasis, erfindungsgemäß eine selbständige Dotierung eines vergleichsweise mikrowellenpassiven Latentwärmespeichermaterials mit einem hochgradig mikrowellenaktiven Material, dessen hoher Wirkungsgrad auf dem extrem ausgebildeten Dipolcharakter von Wasser beruht. Der Einbezug von hygroskopischem Material ermöglicht, daß der erfindungsgemäße Latentwärmespeicherkörper, bei dem es sich z.B. um ein Paraffin enthaltendes Wärmekissen handeln kann, gut in einem haushaltsüblichen Mikrowellengerät aufheizbar ist. Weiterhin werden mit dem hygroskopischen Material die bisher bei einem angestrebten Einsatz von Wasser als mikrowellenaktivem Material bestehenden Schwierigkeiten überwunden, die in seiner extremen Paraffinphobie (Entmischung) seiner leichten Flüchtigkeit und der





damit verbundenen Dampfdruckerhöhung bei höheren Temperaturen bestanden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die mikrowellen-aktive Feuchtigkeit nach einer jeweiligen Erwärmung, bzw. Anwendung des Latentwärmespeicherkörpers immer wieder zu denjenigen Stellen im Latentwärmespeicherkörper zurückkehrt, an denen das hygroskopische Material im Latentwärmespeicherkörper enthalten ist und daß das hygroskopische Material zu keiner Entmischung aus dem Latentwärmespeichermaterial neigt. Es wird damit zusätzlich zu einer selbständigen Regenerierung des Latentwärmespeicherkörpers durch Feuchtigkeitsaufnahme als weiterer Vorteil erreicht, daß von der Feuchtigkeit dabei auch die ursprünglich vorgesehene Verteilung im Latentwärmespeicherkörper immer wieder reproduzierbar eingenommen wird, so daß keine Entmischung und keine unerwünschten Konzentrationsunterschiede möglich sind. Infolgedessen wird auch eine lokale Überhitzung des Latentwärmespeicherkörpers bzw. ein "Durchbrennen" wirkungsvoll verhindert, wobei auch bei einer Fehlbedienung keine Explosions- oder Brandgefahr besteht. Insgesamt wird daher auch die Funktionssicherheit des Latentwärmespeicherkörpers gegenüber bekannten Ausführungen erheblich erhöht.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörpers liegen darin, daß auch die Wärmeleitfähigkeit aufgrund des Kristallwassergehaltes und des feinstverteilten Kondensatwassers erheblich erhöht wird, so daß erstmals größere Schichtdicken sinnvoll realisierbar sind. Im Hinblick auf die hygroskopischen Eigenschaften braucht außerdem kein Vakuum gezogen zu werden, und auslaufende Leckagen sind nicht zu befürchten. Der erfindungsgemäße Latentwärmespeicherkörper

zeichnet sich darüber hinaus durch eine besondere Vielseitigkeit aus, da neben der bevorzugten Aufheizung durch Mikrowellen alternativ oder zusätzlich auch eine Aufheizung nach konventionellen Verfahren, beispielsweise in einem Wasserbad oder in einem Ofen geschehen kann. Ein zusätzlicher Vorteil einer Aufheizung durch Mikrowellen besteht darin, daß dabei nur ein minimaler Energieaufwand notwendig wird, da sich die Mikrowellenenergie hervorragend in die in dem hygroskopischen Material gebundene Feuchtigkeit, insbesondere auch in Kristallwasser, einkoppeln läßt. Es kommt hinzu, daß zahlreiche hygroskopische Stoffe sehr preiswert und außerdem nur minder bis ungiftig sind und in vielen Fällen keine chemische Veränderung des Latentwärmespeichermaterials auf Paraffinbasis bewirken.

In einer bevorzugten möglichen Ausgestaltung ist der Latentwärmespeicherkörper in einer dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung aufgenommen, bei der es sich z.B. um eine Folie handeln kann, die an ihren Rändern bzw. Verbindungsbereichen und/oder innerhalb von Flächenbereichen dampfdiffusionsdurchlässige Öffnungen zur Umgebung des Latentwärmespeicherkörpers aufweist. Bei diesem "offenen System" besteht ein Dampfaustausch zwischen dem Inneren des Latentwärmespeicherkörpers und seiner Umgebung, so daß in der Umgebung vorhandene Feuchtigkeit von dem im Latentwärmespeicherkörper enthaltenen hygroskopischen Material aufgenommen werden kann. Wird der Latentwärmespeicherkörper mit Mikrowellen bestrahlt, führt dies zu einer Erwärmung und anschließenden Verdampfung der im hygroskopischen Material gespeicherten mikrowellenaktiven Feuchtigkeit, insbesondere von Wasser. Der erhitzte Dampf steht an seinen Entstehungsorten in unmittelbarem und unverzüglichem Wärmeaustausch mit dem angrenzenden Wärmespeichermaterial.



al, wodurch dieses ebenfalls innerhalb kurzer Zeit erwärmt werden kann. Bei der Verdampfung der aus dem hygroskopischen Material heraustretenden Feuchtigkeit kommt es zur Volumenzunahme der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit, so daß auch das Volumen des in der Umhüllung eingeschlossenen Latentwärmespeicherkörpers zunimmt. Der dadurch in der Umhüllung gebildete Druck läßt einen Teil des Dampfes aus der dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung in die Umgebung entweichen, so daß auf vorteilhafte Weise eine Zerstörung der Umhüllung durch einen unzulässig hohen Innendruck vermieden wird. Der erwärmte Latentwärmespeicherkörper kann nun seiner vorgesehenen Verwendung zugeführt werden. Der Feuchteverlust des Latentwärmespeicherkörpers durch den zumindest anteiligen Dampfaustritt wird dadurch selbständig ausgeglichen, daß das im Latentwärmespeicherkörper enthaltene hygroskopische Material mit fortschreitender Abkühlung des Latentwärmespeicherkörpers die noch vorhandene Feuchtigkeit an sich bindet, worauf es durch ein Dampfdruckgefälle zum Nachströmen von Umgebungsfeuchte durch die dampfdiffusionsdurchlässigen Öffnungen der Umhüllung in das Innere des Latentwärmespeicherkörpers kommt, bis sich ein Gleichgewicht einstellt, indem erneut eine hohe Feuchtigkeitsmenge in dem hygroskopischen Material gespeichert ist. In einer weiteren Variante kann der Latentwärmespeicherkörper auch in einer dampfdiffusionsundurchlässigen Umhüllung, beispielsweise in einer Kunststoff- oder Aluminiumfolie, aufgenommen sein (geschlossenes System). Dabei kann eine dampfdruckbedingte Zerstörung beispielsweise durch entsprechende Materialreserve der Umhüllung, die auch aus einem dehnbaren Material bestehen kann, und/oder durch eine geeignet abgestimmte Feuchtigkeitsmenge im Latentwärmespeicherkörper verhindert werden. Des weiteren besteht auch die Möglichkeit,

daß das hygroskopische Material seinerseits in einer dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung aufgenommen ist. Das hygroskopische Material kann dabei mit dieser Umhüllung von dem angrenzenden Latentwärmespeichermaterial dampfdiffusionsdurchlässig abgetrennt sein, so daß seine Oberfläche nicht durch verflüssigtes Paraffin passiviert werden kann.

Der erfindungsgemäße Latentwärmespeicherkörper kann Kapillarräume aufweisen, die Wege zu dem hygroskopischen Material öffnen. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, daß das Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis eine durch Additive modifizierte Erstarrungsstruktur, insbesondere mit hohlkegelartigen Hohlräumen aufweist, wie diese in der PCT/EP93/03346 beschrieben sind.

Hierdurch ist es ermöglicht, das Ansprechverhalten des Latentwärmespeichermaterials bei Wärmezufuhr entscheidend zu verbessern. Das Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis nimmt hierdurch eine gleichsam poröse Struktur an. Bei Wärmezufuhr können leichter schmelzende Bestandteile des Latentwärmespeichermaterials durch die im Material selbst gegebenen Hohlstrukturen hindurch fließen. Es kann sich, gegebenenfalls auch hinsichtlich vorhandener Lufteinschlüsse eine Art Mikro-Konvektion einstellen. Es ergibt sich auch eine hohe Durchmischungswirksamkeit. Im weiteren ist auch eine Vorteilhaftigkeit hinsichtlich des Ausdehnungsverhaltens bei Phasenänderung gegeben. Das Strukturadditiv ist in dem Latentwärmespeichermaterial vorzugsweise homogen gelöst. Im einzelnen haben sich Strukturadditive wie solche auf Basis von Polyalkylmetacrylaten (PAMA) und Polyalkylacrylaten (PAA) als Einzelkomponenten oder in Kombination bewährt. Ihre kristallmodifizieren-

de Wirkung wird dadurch hervorgerufen, daß die Polymermoleküle in die wachsenden Paraffinkristalle mit eingebaut werden und das Weiterwachsen dieser Kristallform verhindert wird. Aufgrund des Vorliegens der Polymermoleküle auch in assoziierter Form in der homogenen Lösung in Paraffin, können auf die speziellen Assoziate Paraffine aufwachsen. Es werden Hohlkegel gebildet, die nicht mehr zur Bildung von Netzwerken befähigt sind. Aufgrund der synergistischen Wirkungsweise dieses Strukturadditives auf das Kristallisationsverhalten der Paraffine wird eine Hohlraumbildung und damit eine Verbesserung der Durchströmbarkeit des Wärmespeichermittels Paraffin (beispielsweise für in dem Latentwärmespeicherkörper eingeschlossene Luft oder Wasserdampf oder für verflüssigte Phasen des Latentwärmespeichermaterials, d. h. des Paraffins selbst) gegenüber nicht derartig compoundierten Paraffinen erreicht. Allgemein eignen sich als Strukturadditive auch Ethylen, Vinylacetat-Copolymere (E, VA), Ethylen-Propylen-Copolymere (OCP), Dien-Styrol-Copolymere sowohl als Einzelkomponenten als auch im Gemisch sowie alkylierte Naphthaline (Paraflow). Der Anteil der Strukturadditive fängt bei einem Bruchteil von Gewichtsprozenten, realistischerweise etwa bei 0.01 Gewichtsprozent an und zeigt insbesondere bis zu einem Anteil von etwa einem Gewichtsprozent spürbare Veränderungen im Sinne einer Verbesserung. Die Kapillarräume erleichtern einerseits dem hygroskopischen Material die Aufnahme von Feuchtigkeit, insbesondere aus der Umgebung des Latentwärmespeicherkörpers und begünstigen andererseits nach der Verdampfung der Feuchtigkeit den Wärmeübergang auf das Latentwärmespeichermaterial durch eine verbesserte Durchströmung des Latentwärmespeicherkörpers mit dem erhitzten Dampf. Darüber ist zur Vergleichmäßigung und Beschleunigung der Erwärmung des Latentwärmespeicher-



körpers bevorzugt, daß das hygroskopische Material im Latentwärmespeicherkörper verteilt angeordnet ist.

Im Hinblick auf die Möglichkeit einer gleichmäßigen und schnellen Durchströmung des Latentwärmespeicherkörpers mit der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit beträgt der Massenanteil des hygroskopischen Materials in einem Latentwärmespeicherkörper bevorzugt 5 % oder weniger, wodurch ebenfalls die gewünschten kurzen Aufheizzeiten erreicht werden können. Durch die geringen Zusätze und ebenfalls durch die geringe erforderliche Menge an mikrowellenaktiver Feuchtigkeit ergibt sich somit keine wesentliche Reduzierung des Anteils an Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis, so daß die Volumen- bzw. gewichtsspezifische Wärmespeicherkapazität nicht nennenswert beeinträchtigt wird. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Latentwärmespeicherkörpers enthält dieser hygroskopisches Material unterschiedlicher Wirksamkeit. Sehr stark hygroskopische Materialien können als "Wasserzieher" eingesetzt werden und in Kombination mit weniger stark hygroskopischen Stoffen, die schwerer aufgeheizt werden können, als Produkt-, Verhaltens- und Temperaturregler in einem Latentwärmespeicherkörper eingesetzt werden. Die Kombination von hygroskopischem Material mit unterschiedlicher Wirksamkeit ermöglicht es beim Erhitzen über einen durch die Materialzusammensetzung beeinflussbaren Temperaturbereich hinweg Feuchtigkeit zu verdampfen. Gegenüber einer schlagartigen Verdampfung resultiert daraus neben einer höheren Funktionssicherheit auch eine günstigere Wärmeübertragung auf das Latentwärmespeichermaterial.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Latentwärmespeicherkörpers kann dieser ein Trägerma-

terial mit Latentwärmespeichermaterial aufnehmenden kapillarartigen Aufnahmeräumen aufweisen. Es ist dabei zunächst an eine derartige Ausbildung der Kapillaren gedacht, bei der die Aufnahmeräume eine selbstansaugende Wirkung insbesondere hinsichtlich des Latentwärmespeichermaterials ausüben. Ein solcher Latentwärmespeicherkörper zeichnet sich auch bei verflüssigtem Latentwärmespeichermaterial durch eine gewünschte Formbeständigkeit aus, wobei ein Ausschwitzen des Latentwärmespeichermaterials verhindert wird. Im Hinblick auf die zusätzlich vorhandene mikrowellenaktive, nicht mit dem Latentwärmespeichermaterial mischbare Feuchtigkeit, insbesondere Wasser, wird weiterhin eine Separierung beider Komponenten entgegengewirkt. Außerdem wirken die Körper aus Trägermaterial und Latentwärmespeichermaterial aufgrund ihrer hohen spezifischen Oberfläche mit den Öffnungen der kapillaren Aufnahmeräume als Kondensationskerne bzw. -keime für die Dampfphase des erhitzten mikrowellenaktiven Materials, so daß der Wärmeübergang vom Dampf auf das Latentwärmespeichermaterial begünstigt wird. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die kapillarartigen Aufnahmeräume auch auf eine selbstansaugende Wirkung hinsichtlich der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit abgestimmt auszubilden.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß der Latentwärmespeicherkörper eine Anzahl von Trägermaterialeinzelkörpern enthält, die eine plattenartige oder kornartige Gestalt aufweisen können. Hinsichtlich der Verwendung von Trägermaterial mit Latentwärmespeichermaterial aufnehmenden kapillarartigen Aufnahmeräumen wird weiterhin auf die PCT/EP98/01956 verwiesen, die vollinhaltlich in die vorliegende Anmeldung einbezogen wird, auch mit dem Ziel, Merkmale in Ansprüche aufnehmen zu können. Bei dem Trägermaterial kann es sich außerdem um handelsübli-

che Verpackungsfüllstoffe, Aufsaugmittel für Chemikalien, insbesondere für Öl, Brandschutzmittel, Verdickungsmittel, Trägerstoffe - insbesondere für chemische Abfälle - sowie um Mikrovliesstoffe oder Aufsaugmatten handeln. Hierzu wird insbesondere auf die von der Rench Chemie GmbH in unterschiedlichen Spezifizierungen beispielsweise unter den geschützten Bezeichnungen Rench-Rapid 'R', Rench Rapid 'G', Perleen 222, Perleen 444, Rapon 5090, Rapon 5092 und Rapon 5093 angebotenen Produkte verwiesen. Durch die hohe Eigenrohddichte geeigneter Ölbindemittel entsteht ein zusätzlich sensibler Wärmespeichereffekt.

Weiterhin ist bevorzugt, daß das hygroskopische Material flocken-, körner- oder granulatartig ausgebildet ist oder als Pulver im Latentwärmespeicher enthalten ist. Insbesondere besteht die Möglichkeit, daß das hygroskopische Material auf einem oder mehreren der Trägermaterialeinzelkörper angeordnet ist. Neben einer Anordnung auf der Trägermaterialeinzelkörper-Oberfläche ist auch an eine Anordnung im Inneren der Trägermaterialeinzelkörper gedacht. In einer weiter bevorzugten Ausführung sind der Trägermaterialeinzelkörper und die Umhüllung des Latentwärmespeicherkörpers von einem gasenthaltenden Raum beabstandet angeordnet. Dieser gasenthaltende Raum kann insbesondere dazu dienen, aus der Umgebung mikrowellenaktive Feuchtigkeit an das Latentwärmespeichermaterial heranzuführen und kann des weiteren als Feuchtigkeitsspeicher und/oder als Ausdehnungsgefäß vorgesehen sein.

Alternativ oder in Kombination mit einer Anordnung des hygroskopischen Materials auf einem Trägermaterialeinzelkörper kann das hygroskopische Material auf einem sich flächig oder räumlich im Latentwärmespeicherkörper



erstreckenden Verteilkörper angeordnet sein. Ein derartiger Verteilkörper kann Kapillarräume aufweisen, die für die mikrowellenaktive Feuchtigkeit Wege zu dem hygroskopischen Material öffnet und dadurch die Feuchtigkeit im Latentwärmespeicherkörper verteilt. Es ist dabei beispielsweise an eine Aufgabenteilung gedacht, derzufolge der Kapillarräume aufweisende Verteilkörper eine Verteilung der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit in flüssiger Form im Latentwärmespeicherkörper bewirkt, so daß sie von dem daran bevorzugt ebenfalls verteilt angeordneten hygroskopischen Material aufgenommen werden kann. Nach einem gebrauchsbedingten Verdampfen und Austritt der Feuchtigkeit aus dem hygroskopischen Material und/oder unmittelbar aus dem Verteilkörper mit Kapillarräumen erfüllt das hygroskopische Material die Aufgabe, die mikrowellenaktive Feuchtigkeit in gleichmäßiger Verteilung möglichst vollständig wieder zurückzubinden. Soweit z.B. aufgrund eines Dampfaustrittes in die Umgebung keine vollständige Zurückbindung möglich ist, wird das Feuchtedefizit durch ein Nachströmen von mikrowellenaktiver Flüssigkeit durch die sich verzweigenden Kapillaren des Verteilkörpers ausgeglichen. Die Kapillaren des Verteilkörpers sind daher in ihrer Gestaltung vorzugsweise auf einen möglichst großen Durchsatz an mikrowellenaktiver Flüssigkeit ausgerichtet, während die Kapillaren des hygroskopischen Materials zur Verstärkung der hygroskopischen Eigenschaft vorzugsweise so ausgestaltet bzw. bemessen sind, daß sie auch eine Kapillarkondensation von mikrowellenaktivem Dampf bewirken. Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, daß der Verteilkörper selbst aus einem hygroskopischen Material ausgebildet ist. Es ist weiter daran gedacht, daß die Umhüllung des Latentwärmespeicherkörpers eine verschließbare Öffnung aufweist, durch die besonders im Fall einer dampfdiffusionsundurchlässigen Umhüllung



bedarfsweise eine Zu- oder Abgabe von Feuchtigkeit beeinflusst werden kann. In einer speziellen Ausgestaltung erstreckt sich der Verteilkörper mit den Kapillarräumen für die mikrowellenaktive Flüssigkeit von der verschließbaren Öffnung der Umhüllung ausgehend in den Latentwärmespeicherkörper hinein. Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verteilkörpers berücksichtigt, daß die darin enthaltenen Kapillarräume nur auf die mikrowellenaktive Flüssigkeit, nicht dagegen auf das Latentwärmespeichermaterial eine selbstansaugende Wirkung ausüben, so daß eine Verstopfung der Kapillaren mit Latentwärmespeichermaterial verhindert wird. Dies kann aufgrund der unterschiedlichen Viskositäten von Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis und von Wasser zum Beispiel durch geeignete Abstimmung der Abmessungen der Kapillarräume oder auf andere zweckmäßige Weise erreicht werden. Diesbezüglich ist auch auf eine entsprechende, nur hinsichtlich der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit kapillarwirksamen Ausbildung der Poren des hygroskopischen Materials zu achten. Ergänzend oder alternativ kann der hygroskopische Verteilkörper auch mit einer für das Latentwärmespeichermaterial undurchlässigen Umhüllung umgeben sein. Durch die Umhüllung wird somit ebenfalls ein Eindringen von Latentwärmespeichermaterial in Poren des hygroskopischen Materials und deren Verstopfung verhindert. Insbesondere kann eine derartige Ausbildung Vorteile bieten, bei der sich das hygroskopische Material dochtartig innerhalb der Umhüllung erstreckt, wobei die Umhüllung beispielsweise aus einer Folie mit einer sehr geringen Wandstärke bestehen kann. Allerdings besitzen die Körper aus hygroskopischem Material insofern eine Selbstreinigungskraft, als daß sie zumindest bei einer noch nicht dampfdiffusionsdichten Umhüllung aus Latentwärmespeichermat-

erial von sich aus wieder Wasser aufnehmen und sich beim nächsten Einsatz wieder freischmelzen.

In weiterer Einzelheit ist auch bevorzugt, daß dem Latentwärmespeichermaterial ein Zusatz zugesetzt wird, welcher zur Dickflüssigkeit führt. Es kann hier ein übliches Thixotropiemittel verwendet werden. Selbst im erwärmten Zustand, in welchem üblicherweise eine Verflüssigung des Latentwärmespeichermaterials gegeben ist, ist dann noch eine Schwerflüssigkeit, im Sinne einer gallertartigen Konsistenz, gegeben. Selbst bei einem unbeabsichtigten Durchtrennen von mit Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis getränktem Trägermaterial kommt es noch nicht oder nicht in wesentlichem Ausmaß zu einem Auslaufen von Latentwärmespeichermaterial.

Es besteht auch die Möglichkeit, daß das Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis einen Anteil an Mineralöl und/oder an Polymeren und/oder Elastomeren enthält. Die Kautschuke und/oder Elastomere führen vorrangig zu einer höheren Flexibilität, die auch im verfestigten Zustand des Latentwärmespeichermaterials erhalten bleiben kann und die beispielsweise bei Sitzkissen oder Bandagen Vorteile bietet. Sie sind vorzugsweise mit weniger als 5% Anteil enthalten. Wenn die Polymere keine Elastomere sind, führen sie zu keiner Erhöhung der Flexibilität und verhindern nur, gegebenenfalls zusätzlich, ein Auslaufen. Vorzugsweise handelt es sich um hochausraffiniertes Mineralöl. Beispielsweise ein Mineralöl, welches man üblicherweise auch als Weißöl bezeichnet. Bei den Polymeren handelt es sich um vernetzte Polymere, die durch Copolymerisation hergestellt sind. Die vernetzten Polymere bilden mit dem Mineralöl durch Ausbildung eines dreidimensionalen



Netzwerkes oder durch ihre physikalische Vernetzung (Knollenstruktur) eine gelartige Struktur. Diese Gele besitzen eine hohe Flexibilität bei gleichzeitiger Stabilität gegenüber einwirkenden mechanischen Kräften. Das Paraffin wird im flüssigen Zustand in diese Struktur eingeschlossen. Bei dem Phasenwechsel, der Kristallisation, werden die entstehenden Paraffinkristalle von der Gelstruktur umgeben, so daß sich eine flexible Gesamtmischung ergibt.

In einer möglichen Anwendung kann ein Latentwärmespeichermaterial, das Paraffin mit einer Schmelztemperatur von 50° Celsius und ein Copolymer mit einer Schmelztemperatur von 120° Celsius enthält, bis zu einer Temperatur von 125° Celsius aufgeheizt werden, so daß zunächst eine gleichmäßige Durchmischung beider Komponenten erreicht wird und die dünnflüssige Mischung vom Trägermaterial aufgrund der darin wirksamen Kapillarkräfte bis zur vollständigen Sättigung aufgenommen werden kann. Bei einer nachfolgenden Abkühlung werden die entstehenden Paraffinkristalle von dem Copolymer umgeben. Bei einer z. B. denkbaren oberen Betriebstemperatur des Latentwärmekörpers von 80° Celsius wird nur der Paraffinanteil, nicht dagegen das Copolymer, verflüssigt. Vorteilhaft wird dadurch erreicht, daß das Paraffin nicht aus dem Copolymer austreten kann und mit ihm im Trägermaterial verbleibt. Für die Erfindung ist wesentlich, daß das gewünschte Paraffinrückhaltevermögen in dem Latentwärmekörper bei Verwendung des oben beschriebenen Trägermaterials bereits bei einem Massenanteil von weniger als 5 % des Copolymers am Latentwärmespeichermaterial erzielt werden kann.

Hinsichtlich der Polymere werden beispielsweise Styrol-Butadien-Styrol (SBS), Styrol-Isopren-Styrol (SIS) oder

Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol (S-EB-S) eingesetzt. Insbesondere wird hier auf ein Mittel zurückgegriffen, was unter der Handelsmarke "KRATON G" bekannt ist, angeboten von Shell-Chemicals. Da "Kraton G" hydrierte Copolymere enthält, weist dieses Mittel eine hohe thermische Stabilität auf und eignet sich daher gut für die hier vorgeschlagene Anwendung. Die "Kraton-G"-Kautschuke sind bekanntlich kompartibel mit paraffinischen und naphthenischen Ölen. Den Triblock-Copolymeren wird zugeschrieben, daß sie mehr als das zwanzigfache ihres Gewichtes an Öl aufnehmen können und damit Produkte herstellbar sind, deren Konsistenz - abhängig von der Sorte und Konzentration des Kautschukes - in weiten Grenzen variiert werden kann. Optional gemischte Diblock-Polymere enthalten den AB-Typ, beispielsweise Styrol-Ethylenpropylen (S-EP) und Styrol-Isopren (SI). Die ABA-Struktur von Kraton-Kautschuk-Molekülen enthält Polystyrol-Endblöcke und elastomere Mittelblöcke. Weiterhin können aber auch weitere bekannte Kraton-Abwandlungen angewendet werden. Dieses Block-Copolymer eignet sich vorzugsweise als Verdicker zur Erhöhung der Viskosität bzw. als Flexibilisator zur Erhöhung der Elastizität. Bei Kraton G handelt es sich um einen thermoplastischen Kunststoff, wobei mehrere Typen von Copolymeren der Kraton G-Reihe existieren, die sich in ihrem strukturellen Aufbau unterscheiden. Die Kraton-Kautschuk-Polymere besitzen elastomere Eigenschaften und weisen eine ungewöhnliche Kombination aus hoher Festigkeit und niedriger Viskosität auf. Sie weisen außerdem eine Molekularstruktur auf aus linearen Diblock-, Triblock- und Radial-Copolymeren, deren Molegewicht variiert und die ein unterschiedliches Verhältnis von Styrol- zu Elastomeranteil aufweisen. Von den bekannten Kraton G-Typen können vorzugsweise die als G 1650, G 1651 und G 1654 bekannten Typen Anwendung fin-

den. Jedes Molekül des Kraton-Kautschiks kann aus Blocksegmenten von Styrol-Monomer-Einheiten und Kautschuk-Monomer- und/oder Comonomer-Einheiten bestehen.

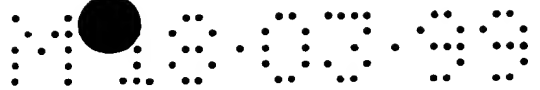
Weiterhin können auch Copolymere, wie beispielsweise HDPE (High Density Polyethylen), PP (Polypropylen) oder HDPP (High Density Polypropylen) verwendet werden.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, dem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis eine Mischung hinzuzugeben, die zumindest verschiedene, aus der Gruppe der Diblock-Copolymere, Triblock-Copolymere, Radialblock-Copolymere und Multiblock-Copolymere ausgewählte Copolymere enthält, wobei die Mischung bevorzugt zumindest ein Diblock-Copolymer und zumindest ein Triblock-Copolymer enthält und das Diblock-Copolymer und das Triblock-Copolymer Segmente aus Styren-Monomereinheiten und Kautschuk-Monomereinheiten aufweisen können.

Wesentlich ist, daß sich die erwähnten Additive einerseits homogen in dem Paraffin verteilen bzw. das Paraffin diese Zusätze homogen durchsetzt und andererseits keine chemische Wechselwirkung zwischen den Zusätzen und dem Paraffin eintritt. Weiter ist von besonderer Bedeutung, daß die Auswahl dahingehend getroffen ist, daß praktisch keine Dichteunterschiede zwischen den Additiven und dem Paraffin gegeben sind, so daß auch keine physikalische Entmischung hierdurch auftreten kann.

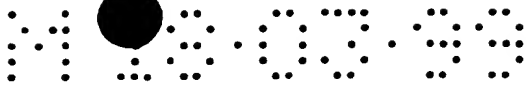
Der zweite Aufgabenteil wird durch die Angabe eines Herstellungsverfahrens mit den Merkmalen nach Anspruch 22 gelöst, zu denen vorteilhafte Vorgehensweisen in den Unteransprüchen 23 bis 28 angegeben sind.

Es wird dazu mit Anspruch 22 ein Verfahren angegeben zur Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers mit in einem Aufnahmeräume aufweisenden Trägermaterial aufgenommenen Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis, bei dem das Latentwärmespeichermaterial verflüssigt wird und in verflüssigter Form an selbstansaugende kapillarartige Aufnahmeräume des Trägermaterials herangeführt wird, wobei darauf abgestellt wird, daß das verflüssigte Latentwärmespeichermaterial an eine Mehrzahl von Trägermaterialeinzelkörpern eines Latentwärmespeicherkörpers herangeführt wird. Das Heranführen kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß das Trägermaterial in das verflüssigte Latentwärmespeichermaterial über das Trägermaterial gegossen wird. Insbesondere für die Herstellung von größeren Latentwärmespeicherkörpern empfiehlt es sich, in größerer Stückzahl vorgefertigte Trägermaterialeinzelkörper mit gegenüber dem Latentwärmespeicherkörper geringeren Abmessungen mit Latentwärmespeichermaterial zu tränken. Gegenüber der bekannten, umgekehrten Verfahrensweise, bei der zunächst ein zusammenhängender Trägermaterialkörper beliebiger Größe mit Latentwärmespeichermaterial getränkt wird und daraus erst im getränkten Zustand Latentwärmespeicherteilkörper herausgetrennt werden, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine schnellere und damit kostengünstigere Tränkung des Trägermaterials realisiert. Wie bei dem bekannten Verfahren mit umgekehrter Arbeitsreihenfolge besteht die Möglichkeit, für einen Latentwärmespeicherkörper viele kleinere Teil- bzw. Einzelkörper Teilkörper nahezu beliebiger Formen und/oder Größen zu verwenden, so daß mit dem getränkten Trägermaterial praktisch unbegrenzte Gestaltungsmöglichkeiten für Latentwärmespeicherkörper bestehen. Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft auch zur Herstellung eines mikrowellenaktiven Latent-



wärme-speicherkörpers mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis eingesetzt werden, indem ein hygroskopisches Material an der Oberfläche des Trägermaterials angelagert wird. Praktisch kann dazu so vorgegangen werden, daß das zu verwendende Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis zunächst zu einer Schmelze aufbereitet wird, deren Viskosität durch Zugabe von Additiven, beispielsweise von Kraton mit einer Konzentration von bis zu zehn Prozent, vorzugsweise von bis zu zwei Prozent, eingestellt und dabei bevorzugt erhöht werden kann. Diese Schmelze kann in einem folgenden Verfahrensschritt an selbstansaugende kapillare Aufnahmeräume der Trägermaterialeinzelkörper herangeführt werden, indem letztere beispielsweise in die Schmelze eingetaucht werden oder die Schmelze über die Latentwärmespeichereinzelkörper gegossen wird, wobei zusätzlich die Möglichkeit besteht, das Aufsaugen durch eine gezielte Temperatursteuerung und/oder mechanische Energiezufuhr, beispielsweise Rühren, zu unterstützen. In einem weiteren Verfahrensschritt kann nun das hygroskopische Material an der Oberfläche des Trägermaterials angelagert werden. Bevorzugt wird dazu ein körner- und/oder granulat- und/oder flocken- und/oder pulverartig ausgestaltetes hygroskopisches Material zu den getränkten Trägermaterialeinzelkörpern hinzugegeben und beispielsweise durch Kneten oder Verrühren eine Durchmischung erreicht, derzufolge das hygroskopische Material die Oberfläche der Trägermaterialeinzelkörper möglichst gleichmäßig bedeckt. Es erweist sich dabei als Vorteil, daß sich insbesondere bei vollständiger Durchtränkung auf den Trägermaterialteilelementen eine Schicht aus geschmolzenem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis befindet, die sich beim Abkühlprozeß wieder zurückbildet, an der aber besonders im geschmolzenen Zustand hygroskopisches Material besonders gut





anhftet, wodurch dessen homogene Verteilung vereinfacht wird. In Abwandlung der beschriebenen Arbeitsweise kann das hygroskopische Material auch an den Trägermaterialeinzelkörpern angelagert werden, bevor sie mit Latentwärmespeichermaterial getränkt werden. Besonders bei einem pulverförmigen hygroskopischen Material besteht dadurch die Möglichkeit, daß es beim Einsaugen des Latentwärmespeichermaterials mit hinein in die Aufnahmeräume des Trägermaterials gelangt, so daß auch eine Mikrowellenaktivierung im Inneren der Trägermaterialeinzelkörper erhalten wird. Es wird daraus deutlich, daß die von dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgeschlagene Verwendung von Trägermaterialeinzelkörpern bevorzugt geringer Abmessung zum Aufsaugen von Latentwärmespeichermaterial zusätzlich auch besondere Vorteile für die Herstellung eines mittels hygroskopischem Material mikrowellenaktivierten Latentwärmespeicherkörpers bietet. Sofern keine mikrowellenaktiven Eigenschaften erforderlich sind, kann für die Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers mit einem Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis nach dem erfindungsgemäßen Verfahren natürlich auf die Zugabe des hygroskopischen Materials verzichtet werden, wobei aber durch das Aufsaugen des Latentwärmespeichermaterials in Trägermaterialeinzelkörpern bevorzugt geringer Abmessungen und somit größerer Anzahl die oben erläuterten herstellungstechnischen Vorteile gegenüber bekannten Herstellungsverfahren von Latentwärmespeicherkörpern erhalten bleiben.

Es hat sich weiterhin bewährt, als Trägermaterialeinzelkörper handelsübliche Ölbindemittel zu verwenden, insbesondere die von der Rench Chemie GmbH unter dem Markennamen Rench-Rapid R, Rench-Rapid G, Perleen 222, Perleen 444, Rapon 5090, Rapon 5092 und Rapon 5093 angebote-

nen Produkte. Wird zum Aufsaugen des zu einer hochviskosen Schmelze aufbereiteten Latentwärmespeichermaterials ein körniges Ölbindemittel verwendet, entsteht eine Kugelschüttung mit pulverigen Anteilen, in der das Latentwärmespeichermaterial in den einzelnen Aufsaugelementen bzw. Latentwärmespeichereinzelkörpern so stark gebunden ist, daß es auch bei Temperaturen, die 20 bis 30° über dem Schmelzpunkt des Paraffins liegen, nicht austritt. Es bildet sich auch hier auf den Aufsaugelementen eine glänzende Schicht geschmolzenen Paraffins, die sich beim Abkühlprozeß wieder zurückbildet und die eine Haftfläche für pulverförmige Elemente des mikrowellenaktiven, hygroskopischen Materials bildet. Bis nach dem Abkühlprozeß bleibt diese Form der Schüttung in sich frei beweglich, d.h. sie wird nicht zu einer harten Masse, wobei diese Beweglichkeit besonders bei Wärmekissen wünschenswert ist. Darüber hinaus lassen sich zum Aufsaugen des Latentwärmespeichermaterials als Trägermaterial auch andere Materialien mit saugfähigen Strukturen, wie z.B. Fasern aus mineral- oder keramischen Werkstoffen, organische Materialien wie Baum- oder Schafswolle, Glas, Phenolharze, Kunststoffe, in deren sämtlichen Verarbeitungsformen, wie Spinnen, Schäumen, Granulieren, Pulverisieren, Flechten, Verweben usw. verwenden. Das Trägermaterial kann somit beispielsweise als körner- und/oder granulat- und/oder flockenartiges Material verwendet werden. Es kann des weiteren auch eine plattenartige Gestalt einer gewünschten Festigkeit aufweisen oder aber auch in Form eines Vliesstoffes ausgebildet sein. Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren auch auf die Erzielung von zusätzlichen, in den Ansprüchen 1 bis 21, bzw. der zugehörigen Beschreibung erwähnten Merkmale eines Latent-

wärmespeicherkörpers ausgerichtet sein. Ebenso folgt aus der vorangehenden Beschreibung des Herstellungsverfahrens, daß ein erfindungsgemäßer Latentwärmespeicherkörper bezüglich seiner Komponenten beliebige Kombinationen der für das Herstellungsverfahren vorgeschlagenen Materialien in den jeweils in Betracht gezogenen oder vergleichbaren Spezifizierungen enthalten kann.

Die Erfindung schlägt zur Lösung des weiteren Aufgabenteils gemäß Anspruch 29 ein Verfahren zur Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers mit in einem Aufnahmeräume aufweisenden Trägermaterial aufgenommenen Latentwärmespeichermaterial auf Paraffinbasis vor, bei dem das Latentwärmespeichermaterial verflüssigt wird und in verflüssigter Form an selbstansaugende kapillarartige Aufnahmeräume des Trägermaterials herangeführt wird, wobei darauf abgestellt wird, daß ein hygroskopisches Material an eine Oberfläche des Trägermaterials herangeführt wird. Es kann demgemäß zur Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers alternativ zu einer Mehrzahl von Trägermaterialeinzelkörpern auch ein zusammenhängendes Trägermaterial verwendet werden. Eine mögliche Anwendung dieses Verfahrens ist beispielsweise die Herstellung von Latentwärmespeicherkörpern geringer Abmessungen bzw. Schichtdicken und/oder einfacher geometrischer Formgebung, bei dem sowohl eine problemlose Konfektionierung eines zusammenhängenden Trägermaterials als auch dessen vollständige Durchtränkung in ausreichend kurzen Zeitintervallen möglich ist.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Aufheizung eines festen oder flüssigen Wärmespeichermaterials, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlen nicht aufheizbar ist oder schwächer aufheizbar ist als Wasser sowie eine Wärmespeichervorrichtung mit einem

festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowelleneinstrahlung nicht aufheizbar ist oder schwächer aufheizbar ist als Wasser.

Die Erwärmung von Flüssigkeiten und Festkörpern durch Mikrowellenstrahlung hat aufgrund der gegenüber herkömmlichen Heiztechniken möglichen Zeit- und Energieersparnis in den letzten Jahren zunehmend Bedeutung gewonnen. Bei Mikrowellenstrahlung (kurz: Mikrowellen) handelt es sich allgemein um elektromagnetische Wellen in einem Frequenzbereich zwischen 1 GHz und 1 THz, was einem Wellenlängenbereich von zwischen etwa 0,3 mm und 30 cm entspricht. Eine inzwischen sehr weit verbreitete Anwendung von Mikrowellenstrahlung ist die Aufheizung von Nahrungsmitteln in einem Mikrowellenherd, in welchem dem Mikrowellenfeld bei Frequenzen zwischen 2,425 und 2,475 GHz von den hineingegebenen Nahrungsmitteln durch die elektrischen Verluste Energie entzogen wird, was zur Aufheizung der Nahrungsmittel führt. In industriellen Anwendungen wird verbreitet auch mit einer Frequenz von 5,8 GHz gearbeitet. Aufgrund der möglichen Zeit- und Energieeinsparung der Mikrowellenaufheizung besteht der Wunsch, außer Nahrungsmitteln auch eine Vielzahl von weiteren Flüssigkeiten und Festkörpern durch Mikrowellenstrahlung zu erwärmen bzw. aufzuheizen. Von den hierzu in Frage kommenden Materialien zeigen jedoch eine Vielzahl von sich aus keine Erwärmung in einem Mikrowellenfeld, und bei einer Vielzahl weiterer Materialien findet eine nur sehr viel schwächere bzw. langsamere Erwärmung als bei Wasser statt. Insofern bei der letztgenannten Gruppe eine so schwache bzw. langsame Erwärmung erfolgt, daß diese bei technischen Anwendungen oder im Hausgebrauch nicht akzeptabel ist, werden die entsprechenden Materialien mit den sich

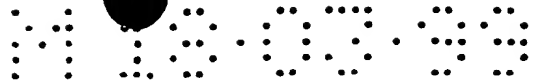
gar nicht von sich aus durch Mikrowellenstrahlung erwärmenden Materialien zu sog. "mikrowellenpassiven" Materialien zusammengefaßt. Zur Gruppe der "mikrowellenpassiven" Stoffe zählen somit auch solche, die durch Mikrowellenstrahlung von sich aus deutlich schwächer aufheizbar sind als Wasser, das zu den stark mikrowellenaktiven Stoffen zählt. Daher zählen auch viele Nahrungsmittel aufgrund ihres hohen Wassergehaltes zur Gruppe der "mikrowellenaktiven" Materialien, die durch Mikrowellenstrahlen von sich aus in einem technisch sinnvoll anwendbaren Ausmaß bzw. Zeitraum aufheizbar sind. Als besonders nachteilig wird es empfunden, daß auch eine Reihe von Verpackungsmaterialien, insbesondere auf Papier-, Holz- und Kunststoffbasis, die häufig auch für Lebensmittel verwendet werden, und außerdem viele überwiegend organische Flüssigkeiten von sich aus nicht durch Mikrowellenstrahlung aufheizbar sind oder dadurch nur deutlich schwächer aufheizbar sind als Wasser. Besonders im Fast-Food-Bereich übernimmt das Verpackungsmaterial von Nahrungsmitteln neben einer Schutz- auch eine Warmhaltefunktion während des Transports. Sofern jedoch das der Verpackung dienende Wärmespeichermaterial bei der Erwärmung der Nahrungsmittel durch Mikrowellenstrahlung von sich aus nicht mit erwärmt werden kann, verlieren die Nahrungsmittel einen Teil ihrer Wärme durch anschließende Wärmeleitung an die kältere Verpackung.

Davon ausgehend zählt es zur Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur gebrauchsvorteilhaften Aufheizung eines im Sinne der Erfindung mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterials durch Mikrowellenstrahlung sowie eine dazu geeignete Wärmespeichervorrichtung anzugeben. Unter einem Wärmespeichermaterial wird dabei grundsätzlich jedes Material verstanden, das zumindest kurz-

zeitig und in begrenztem Umfang Wärme zu speichern vermag.

Der diesbezüglich erste Aufgabenteil wird durch das in Anspruch 31 angegebene Verfahren gelöst, wobei vorteilhafte Vorgehensweisen in den davon abhängigen Ansprüchen 32 - 37 angegeben sind. Bezüglich der Wärmespeichervorrichtung wird die gestellte Aufgabe durch den Gegenstand von Anspruch 38 gelöst.

Nach Anspruch 31 ist zur Lösung der Aufgabe darauf abgestellt, daß dem Wärmespeichermaterial ein hygroskopisches Material zum Wärmeaustausch mit dem Wärmespeichermaterial in einem Mengenverhältnis zugeordnet wird, bei dem sich, ausgehend von einem Feuchtegleichgewicht des hygroskopischen Körpers bei 50 % relativer Luftfeuchte und 20°C, eine Menge von 500 g des Wärmespeichermaterials bei einer Mikrowellenbestrahlung mit 400 - 600 Watt Leistung in einem Zeitraum von 2 - 10 Min. von 20°C um mindestens 50°C erwärmt und daß bei einer entsprechenden Zuordnung eine Bestrahlung des hygroskopischen Materials mit Mikrowellenstrahlung vorgenommen wird. Beispielsweise ist diesbezüglich an eine Verwendung eines haushaltsgerechten Mikrowellenherdes gedacht, in dessen Garraum das Wärmespeichermaterial und das ihm zum Wärmeaustausch zugeordnete hygroskopische Material eingegeben werden können. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Mikrowellenstrahlung auf andere Weise auf das hygroskopische Material einwirken zu lassen. Das hygroskopische Material besitzt die ausgeprägte Fähigkeit, aus seiner Umgebung Feuchtigkeit aufzunehmen und diese an sich zu binden. Insbesondere besteht auch die Fähigkeit, der Raumluft unter Normalbedingungen die darin in Form von Wasserdampf enthaltene Feuchtigkeit zu entnehmen und anzulagern. Darüber hin-



aus besteht noch die Möglichkeit, die Wasseraufnahme durch eine Erhöhung des Wasserdampfgehaltes in der Luft zu begünstigen. Weiterhin wird auch in flüssiger Form angebotenes Wasser innerhalb kürzester Zeit von dem hygroskopischen Material bis zum Erreichen eines Sättigungszustandes aufgenommen. Das im hygroskopischen Material gespeicherte Wasser stellt selbst eine stark mikrowellenaktive Flüssigkeit im Sinne der Erfindung dar, so daß es in einem Mikrowellenfeld zu einer sehr schnellen und starken Aufheizung des Wassers und auch des hygroskopischen Materials kommt. Das demgegenüber mikrowellenpassive Wärmespeichermaterial erwärmt sich dagegen nicht oder nur unwesentlich. Aufgrund der erfindungsgemäßen Zuordnung des hygroskopischen Materials zu dem Wärmespeichermaterial setzt darauf ein Wärmeaustausch in der Weise ein, daß Wärmeenergie von dem erwärmten Wasser bzw. Wasserdampf direkt und nach Erwärmung des hygroskopischen Materials auch von diesem auf das Wärmespeichermaterial übertragen wird. Die Wärmeübertragung kann dabei als Wärmeleitung, durch Konvektion, durch Wärmestrahlung oder in beliebigen Kombinationen dieser Übertragungsmechanismen verlaufen. Zum Wärmeaustausch kann eine Zuordnung des hygroskopischen Materials zum Wärmespeichermaterial beispielsweise dadurch erfolgen, daß das hygroskopische Material auf einer oder mehreren Oberflächen des Wärmespeichermaterials angeordnet wird. Sofern dies nicht möglich oder nicht wünschenswert ist, kann das hygroskopische Material auch in einem zweckmäßigen Abstand von dem Wärmespeichermaterial verteilt angeordnet sein. Es ist jedenfalls vorteilhaft, wenn das hygroskopische Material in der jeweiligen Anordnung ein hohes Verhältnis von Oberflächen zu Volumen bzw. Masse besitzt, um eine möglichst große Wärmeaustauschfläche für die vorgenannten Wärmeübertragungsmechanismen zur Verfügung zu stellen.

Für die Erfindung sind alle solchen im weiteren Sinne hygroskopischen Materialien geeignet, die in einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne die für das vorgeschlagene Verfahren notwendige Wassermenge aufnehmen können. Bevorzugt ist auch an die Verwendung von Calciumchlorid, Eisenchlorid, Kupfersulfat, Magnesiumchlorid, Pottasche und Kiesel- bzw. Silicagel gedacht, wobei in weiteren Anwendungen auch die Verwendung von Löschpapier oder hygroskopischen Geweben, Vliesen und dergleichen Vorteile bieten kann. Das erfindungsgemäße Verfahren kann prinzipiell zur Aufheizung aller festen oder flüssigen mikrowellenpassiver Wärmespeichermaterialien verwendet werden, deren Einbringen in ein Mikrowellenfeld bekanntermaßen nicht mit Gefahren verbunden ist, wobei als Wärmespeichermaterial jedes Material in Betracht zu ziehen ist, das zumindest ein begrenztes kurzzeitiges Wärmespeichervermögen aufweist. Hinsichtlich der oben beschriebenen Problemstellung ist insbesondere an die Verwendung von Verpackungsmaterialien auf Papier- bzw. Pappe-, Holz- oder Kunststoffbasis gedacht.

In einem bevorzugten Anwendungsverfahren ist vorgesehen, daß ein für Mikrowellenstrahlung durchlässiges Wärmespeichermaterial verwendet wird. Weiter ist bevorzugt, daß ein hygroskopisches Material verwendet wird, dessen hygroskopische Eigenschaft durch eine durch Mikrowellenstrahlung bedingte Erwärmung nicht verändert wird. Dies bedeutet, daß das hygroskopische Material auch nach zahlreichen Anwendungen des erfindungsgemäßen Verfahrens die unveränderte Eigenschaft besitzt, aus der Umgebung Feuchtigkeit aufzunehmen und diese bei einer erwärmungsbedingten Verdampfung an die Umgebung abzugeben. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dadurch vorteilhaft gestaltet werden, daß das hygroskopische

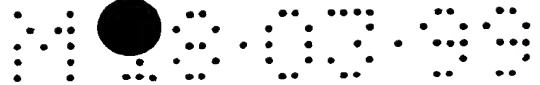


Material sandwichartig zwischen zwei plattenartigen Wärmespeicherelementen aus Wärmespeichermaterial, vorzugsweise aus einem festen Wärmespeichermaterial, angeordnet wird. Dabei können zwei oder mehr der plattenartigen Wärmespeicherelemente im wesentlichen parallel zueinander angeordnet werden und das hygroskopische Material in den entsprechenden Zwischenräumen verteilt werden, so daß ein Mehrschichtensystem entsteht. Praktisch kann dazu in der Weise vorgegangen werden, daß das hygroskopische Material zunächst auf der Oberfläche eines Wärmespeicherelementes aus mikrowellenpassivem Wärmespeichermaterial angeordnet wird und daß anschließend ein weiteres Wärmespeicherelement auf das hygroskopische Material aufgesetzt wird, worauf diese Arbeitsschritte bis zum Erreichen des gewünschten Schichtenaufbaus wiederholt werden können. Alternativ oder in Kombination besteht auch die Möglichkeit, daß in dem mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterial bzw. dem aus diesem Material gebildeten Wärmespeicherelementen Ausnehmungen, beispielsweise in Gestalt von Bohrungen, Nuten, Kerben oder geometrisch unbestimmten dreidimensional gestalteten Flächen zur Aufnahme des hygroskopischen Materials eingebracht werden. Es besteht dann die Möglichkeit, das hygroskopische Material in die Ausnehmungen einzubringen und darin durch weiteres Wärmespeichermaterial zu fixieren. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, eine Oberfläche eines Wärmespeicherelementes mit einem Rillenprofil zu versehen, die Rillentäler mit einem hygroskopischen Salz auszufüllen und anschließend ein weiteres Wärmespeicherelement auf der verfüllten Oberfläche zu befestigen. Es ist weiter bevorzugt, daß in einem plattenartigen Wärmespeicherelement Hohlräume ausgebildet werden, die sich durchgehend von einer dem hygroskopischen Material zugewandten Fläche des Wärmespeicherelementes bis zu einer im Feuchtig-

keitsaustausch mit der Umgebung stehenden Fläche des Wärmespeicherelementes erstrecken. Insbesondere ist daran gedacht, die Hohlräume durch voneinander beabstandete Einstiche bzw. Durchstiche, beispielsweise mit einer Nadel, herbeizuführen. Die Hohlräume ermöglichen auch eine Verwendung von dampfundurchlässigem mikrowellenpassivem Wärmespeichermaterial, indem sie selbst Strömungswege für gewünschten Dampfaustausch mit der Umgebung bereitstellen. Darüber hinaus kann bei dampfdurchlässigem mikrowellenpassivem Wärmespeichermaterial dessen Diffusionsvermögen für mikrowellenaktive Feuchtigkeit durch die Hohlräume noch beträchtlich verbessert werden. Weiter ist vorteilhaft, wenn bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem festen Wärmespeicherelement kapillarartige Aufnahmeräume zur Aufnahme eines Latentwärmespeichermaterials, insbesondere eines Wärmespeichermaterials auf Paraffinbasis, vorgesehen sehen. Hinsichtlich der kapillarartigen Aufnahmeräume wird auf die PCT/EP98/01956 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt vollinhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird. Zuzufolge einer weiter bevorzugten Anwendung des Verfahrens ist ein Wärmespeicherelement aus Pappelholz ausgebildet.

Von Mikrowellenherden ist bekannt, daß im Inneren ihres Garraumes keine völlig gleichmäßige Verteilung der Mikrowellenstrahlungsintensität erreicht werden kann. Dies führt zu einer ungleichmäßigen Erwärmung der darin enthaltenen mikrowellenaktiven Materialien, wobei es je nach Voraussetzungen zu einer lokalen Überhitzung und zu Beschädigungen kommen kann. Für eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher vorgeschlagen, daß die räumliche Verteilung der Mikrowellenstrahlungsintensität durch eine die Mikrowellen reflektierende Folie im Bereich vergleichsweise

höherer Strahlungsintensität vergleichmäßigt wird. Es kann dazu so vorgegangen werden, daß in Vorversuchen die Temperaturverteilung innerhalb eines im wesentlichen flächig im Mikrowellenherd ausgebreiteten mikrowellenaktiven Materials ermittelt wird und daß die Lage und Verteilung von Bereichen vergleichsweise höherer Temperaturen, die den Bereichen vergleichsweise höherer Strahlungsintensität entsprechen, gekennzeichnet wird. In einem nächsten Schritt kann dann eine die Mikrowellen reflektierende Folie in der Weise zugeschnitten werden, daß ihre Form gerade den Flächenbereichen höherer Strahlungsintensität entspricht. Die zugeschnittene reflektierende Folie kann dann bei weiteren Anwendungen des Mikrowellenherdes bevorzugt unterhalb des zu erwärmenden Gutes angeordnet werden. Im vorliegenden Fall besteht somit die Möglichkeit, die ausgeschnittene Folie unterhalb des hygroskopischen Materials und gegebenenfalls zusätzlich unterhalb des mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterials anzuordnen. Die auf die Folie auftreffende Mikrowellenstrahlung höherer Intensität wird beim Auftreffen reflektiert und in Bereiche mit einer geringeren Strahlungsintensität abgelenkt, so daß sich insgesamt eine Vergleichsmäßigung der Strahlungsintensität mit der Folge einer gleichmäßigeren Erwärmung der mikrowellenaktiven Feuchtigkeit und damit des hygroskopischen Materials sowie des Wärmespeichermaterials ergibt. Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, die Temperaturverteilung innerhalb des Wärmespeichermaterials und/oder des hygroskopischen Materials und/oder zwischen hygroskopischem Material und Wärmespeichermaterial durch Wärmeleitbleche aus gut wärmeleitendem Material im Übergangsbereich verschiedener Temperaturen zu vergleichmäßigen. Geeignet sind beispielsweise Bleche aus Kupfer, Aluminium oder dergleichen, die in Streifen oder beliebige andere zweckmäßige Formen ge-



schnitten sein können. Die Wärmeleitbleche werden bevorzugt großflächig in gleichzeitigen Kontakt mit Bereichen höherer und niedrigerer Temperaturen gebracht, so daß durch deren gute Wärmeleitfähigkeit ein schnellerer Temperatúrausgleich erreicht werden kann.

Für die Lösung des weiteren Aufgabenteils schlägt der unabhängige Anspruch 40 eine Wärmespeichervorrichtung mit einem festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowelleneinstrahlung nicht aufheizbar ist oder schwächer aufheizbar ist als Wasser, vor, wobei darauf abgestellt wird, daß die Wärmespeichervorrichtung ein hygroskopisches Material zur Wärmeübertragung auf das Wärmespeichermaterial enthält. Dabei ist vorzugsweise an eine der oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Aufheizung eines mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterials beschriebenen Anordnungen gedacht. Weiterhin kann die Wärmespeichervorrichtung zusätzlich auch beliebige einzelne oder Kombinationen von Merkmalen aufweisen, wie diese ebenfalls in Verbindung mit dem vorgenannten Verfahren beschrieben wurden.

Die Erfindung betrifft noch eine weitere Wärmespeichervorrichtung mit einem festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlung nicht aufheizbar oder schlechter aufheizbar ist als Wasser, die gegenüber der vorgenannten Wärmespeichervorrichtung hinsichtlich der Aufheizung von mikrowellenpassivem Wärmespeichermaterial in einem Mikrowellenfeld auf einem eigenen Lösungsgedanken beruht. Ausgangspunkt der Überlegungen ist, daß in einer Reihe von speziellen Anwendungsfällen, beispielsweise der Medizintechnik oder in der Raumfahrt, von Interesse sein kann, eine in der Umgebung vorhandene Dampfphase zu vermeiden

oder weitestmöglich zu reduzieren. Unter diesen Voraussetzungen besteht daher für eine Erwärmung von mikrowellenpassivem Material in einem Mikrowellenfeld ein Bedarf an einer geeigneten Wärmespeichervorrichtung, bei der auf hygroskopisches Material verzichtet werden kann und die gegebenenfalls auch mit der zuvor beschriebenen Wärmespeichervorrichtung mit hygroskopischen Material kombiniert werden kann. Es ist daher eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine gattungsgemäße Wärmespeichervorrichtung anzugeben, bei der für die Aufheizung eines mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterials in einem Mikrowellenfeld auf die Verwendung von hygroskopischen Material verzichtet werden kann. Bei einem Wärmespeichermaterial handelt es sich dabei im Sinne der Erfindung um ein beliebiges Material, das zumindest zu einer kurzzeitigen und begrenzten Speicherung von Wärme in der Lage ist.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß Anspruch 41 durch eine Wärmespeichervorrichtung mit einem festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlung nicht aufheizbar ist oder schlechter aufheizbar ist als Wasser, wobei darauf abgestellt wird, daß die Wärmespeichervorrichtung einen plattenartigen Glaskörper zur Wärmeübertragung auf das Wärmespeichermaterial enthält und daß die Länge des Glaskörpers in einer Erstreckungsrichtung zumindest der halben Wellenlänge einer zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht. Bevorzugt ist daran gedacht, daß die vorgenannte Erstreckungsrichtung innerhalb der Plattenebene des plattenartigen Glaskörpers liegt. Beim Auftreffen von Mikrowellenstrahlung auf den plattenartigen Glaskörper kommt es zu deren Absorption bzw. Totalabsorption. Die Mikrowellen werden im Glas gebrochen und darin soweit übertragen, bis sie an eine

Oberfläche oder Störstelle stoßen, von der sie zumindest anteilig in die entgegengesetzte Bewegungsrichtung reflektiert werden. Die reflektierte Mikrowellenstrahlung wird soweit im Glaskörper übertragen, bis sie erneut an eine Oberfläche bzw. Störstelle gelangt, von der sie wieder in ursprünglicher Bewegungsrichtung zurückgeworfen wird. In dem plattenartigen Glaskörper werden die Mikrowellenstrahlen überwiegend entlang der in der Plattenebene liegenden Erstreckungsrichtungen hin und her geschickt. Bei mehrfachem Durchlauf wird die Wellenenergie in thermische Energie umgewandelt, wodurch es zu der gewünschten Aufheizung des Glaskörpers im Mikrowellenfeld kommt. In einer Erstreckungsrichtung, entlang der die Länge des Glaskörpers zumindest der halben Wellenlänge der zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht, kommt es zur Ausbildung einer sog. stehenden Welle, indem die Mikrowellenstrahlung von einander gegenüberliegenden und senkrecht zu der Erstreckungsrichtung orientieren Oberflächen jeweils phasen- und amplitudendeckend reflektiert wird. Durch die fortwährende Einkoppelung von weiteren Mikrowellenstrahlen und Resonanzerscheinungen kommt es zur Konzentration von Wellenenergie in den stehenden Wellen, wodurch bei der Energieumwandlung eine entsprechend höhere thermische Energieausbeute ermöglicht wird. Sofern die Länge des Glaskörpers auch nur in einer der in der Plattenebene liegenden Erstreckungsrichtungen des Glaskörpers zumindest der halben Wellenlänge der gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht, d.h. sofern zumindest eine eindimensionale stehende Welle entsteht, sind bereits beträchtliche Aufheizungen des Glaskörpers im Mikrowellenfeld innerhalb kurzer Zeiträume realisierbar. Beispielsweise ergibt sich bei einer Strahlungsfrequenz von 2,45 GHz eine Wellenlänge von etwa 12,2 cm, so daß bereits eine Länge des Glaskörpers

von etwa 6,1 cm zur Ausbildung einer stehenden Welle genügt. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, daß der Glaskörper auch in weiteren Erstreckungsrichtungen eine Länge aufweist, die zumindest der halben Wellenlänge der gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht, so daß sich stehende Wellen in mehreren Raumrichtungen ausbilden und die Umwandlung von Wellenenergie in thermische Energie noch weiter verstärkt wird. Vorzugsweise ist an eine Ausgestaltung des plattenartigen Glaskörpers gedacht, in der dieser einen im wesentlichen ebenen Aufbau besitzt, wobei die Länge des Glaskörpers nur entlang einer Anzahl von innerhalb der Plattenebene orientierten Erstreckungsrichtungen zumindest der halben Wellenlänge der zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht. Dagegen kann die Länge des Glaskörpers in der zur Plattenebene senkrechten Erstreckungsrichtung auch deutlich kleiner als die halbe Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung gewählt werden, wobei dennoch ein sehr hoher, zu einer schnellen Aufheizung des Glaskörpers führender Umwandlungsgrad von Wellenenergie in thermische Energie erreicht werden kann. Bei einer entsprechenden Ausgestaltung des Glaskörpers als ebene Glasplatte von geringer Dicke besteht die Möglichkeit einer kompakten Anordnung beispielsweise zwischen im wesentlichen parallel beabstandeten Platten aus mikrowellenpassivem Wärmespeichermaterial. Ein entsprechender sandwichartiger Schichtenverbund kann auch aus mehreren innerhalb einer Plattenebene und/oder im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Glasplatten und einer entsprechend größeren Anzahl von Platten aus Wärmespeichermaterial aufgebaut sein. Alternativ sind auch weitere Anordnung des Glaskörpers in Relation zu dem Wärmespeichermaterial möglich. Beispielsweise kann vorgesehen sein, daß der Glaskörper in einen Behälter mit einer mikrowellenpassiven Flüssig-

keit eingetaucht ist. Wesentlich ist, daß der Glaskörper in einem Mikrowellenfeld eine schnellere Erwärmung als das mikrowellenpassive Wärmespeichermaterial erfährt. Aufgrund der sich einstellenden Temperaturunterschiede setzt eine Wärmeübertragung von dem Glaskörper auf das mikrowellenpassive Wärmespeichermaterial ein, so daß sich dieses ebenfalls erwärmt. Die Wärmeübertragung kann dabei durch Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung oder beliebige Kombinationen dieser Übertragungsmechanismen erfolgen. Der Glaskörper kann selbst aus einfachsten preiswerten Gläsern, beispielsweise aus Fensterglas, hergestellt sein. Auch bei einem derart einfachen Glaskörper wird die Umwandlung von Wellenenergie in thermische Energie dadurch begünstigt, daß seine Länge in einer oder mehreren Erstreckungsrichtungen gleich einem geradzahligen Vielfachen eines Viertels der zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung gewählt wird, wobei das geradzahlige Vielfache zumindest dem Zweifachen entsprechen muß. Bevorzugt ist vorgesehen, daß das Wärmespeichermaterial für Mikrowellenstrahlung durchlässig ist. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, daß die gesamte Oberfläche des Glaskörpers für eine Einkoppelung der Mikrowellenstrahlung genutzt werden kann. Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Wärmespeichervorrichtung kann dadurch erfolgen, daß eine oder mehrere Oberflächen des Glaskörpers für aus dem Glaskörperinneren auftreffende Mikrowellenstrahlung reflektierend ausgebildet ist. Die "natürliche" Reflektion der Mikrowellenstrahlung von den Innenseiten der Oberflächen des Glaskörpers, die nur einen gewissen Anteil der Strahlung erfaßt, kann dabei durch eine geeignete Oberflächenhandlung, beispielsweise durch eine Beschichtung, erheblich gesteigert werden. Weitere Gebrauchsvorteile der Wärmespeichervorrichtung sind dadurch erreichbar, daß zumindest



eine Oberfläche des Glaskörpers eine Beschichtung mit einem temperaturabhängigen Transmissionskoeffizienten für Mikrowellenstrahlung aufweist. Bevorzugt ist vorgesehen, daß eine derartige Beschichtung bei einer anfangs noch niedrigen Temperatur des Glaskörpers einen Transmissionskoeffizienten aufweist, der einen möglichst ungehinderten Eintritt der Mikrowellenstrahlung in den Glaskörper ermöglicht und der mit zunehmender Temperatur des Glaskörpers den Eintritt von weiterer Mikrowellenstrahlung erschwert. Die Wirkungsweise von derartigen Materialschichten beruht auf einer temperaturabhängigen Strukturwandlung, beispielsweise von amorph (mikrowellendurchlässig) zu kristallin (mikrowellenreflektierend). Eine Beschichtung mit einem temperaturabhängigen Transmissionskoeffizienten für Mikrowellenstrahlung ermöglicht die Ausbildung eines selbstregelnden Systems, dessen Aufheizung bei Erreichen von Sollparametern, insbesondere bei Erreichen einer gewünschten Aufheiztemperatur, selbständig beendet wird. Da eine Wärmeübertragung von dem Glaskörper auf das mikrowellenpassive Wärmespeichermaterial nur in Richtung eines Temperaturgefälles möglich ist, wird auch das Wärmespeichermaterial nur maximal bis auf diejenige Temperatur erwärmt, bei der die temperaturabhängige Beschichtung ein Eindringen von weiterer Mikrowellenstrahlung in den Glaskörper verhindert. Daraus ergibt sich vorteilhaft, daß auch bei einer unbeabsichtigt hohen Wahl der Strahlungsintensität und/oder -dauer keine unzulässige Überhitzung der Wärmespeichervorrichtung und des darin enthaltenen mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterials möglich ist. Auch das Aufbringen von hygroskopischem Material auf die Glasoberflächen kann dazu dienen, ein harmonisches Aufheizen/Abkühlen der Wärmespeicherelemente zu gewährleisten. Eine einfache, somit preiswerte und zugleich wirkungsvolle Wärme-

speichervorrichtung wird beispielsweise in der Weise erreicht, daß der plattenartige Glaskörper als ebene Glasscheibe ausgebildet ist, deren Länge in zumindest einer in der Plattenebene liegenden Erstreckungsrichtung zumindest der halben Wellenlänge der zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung entspricht, daß dieser Glaskörper in den Garraum eines Mikrowellenherdes eingegeben wird und daß das mikrowellenpassive Wärmespeichermaterial auf dem Glaskörper verteilt angeordnet wird. Alternativ besteht auch die Möglichkeit anstelle einer einzigen Glasplatte eine Mehrzahl von benachbarten Glasplatten vorzusehen. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung einer einen plattenartigen Glaskörper enthaltenden Wärmespeichervorrichtung kann in der Weise erfolgen, daß die räumliche Verteilung der Mikrowellenstrahlungsintensität durch eine die Mikrowellen reflektierende Folie im Bereich vergleichsweise höherer Strahlungsintensität vergleichmäßigt wird. Ergänzend oder alternativ besteht auch die Möglichkeit, daß die Temperaturverteilung innerhalb des Wärmespeichermaterials und/oder zwischen Wärmespeichermaterial und Glaskörper durch zumindest ein Wärmeleitblech aus einem gut wärmeleitenden Material im Übergangsbereich verschiedener Temperaturen vergleichmäßigt wird. Hinsichtlich einer konkret möglichen Ausgestaltung wird auf die diesbezügliche Beschreibung im Zusammenhang mit der ein hygroskopisches Material enthaltenden Wärmespeichervorrichtung verwiesen. Ergänzend wird angemerkt, daß bei der Wärmespeichervorrichtung mit hygroskopischem Material und bei derjenigen mit einem plattenartigen Glaskörper auch ein oder mehrere Wärmeleitbleche vorgesehen sein können, deren Oberflächen auftreffende Mikrowellenstrahlung reflektieren. Entsprechende Wärmeleitbleche können daher zur Vergleichmäßigung der Temperaturverteilung sowohl auf dem Weg einer Vergleichmäßi-

gung der Mikrowellenstrahlungsintensität als auch durch eine Vergleichmäßigung der bereits gespeicherten Wärmeenergie vorgesehen sein.

Nachstehend sind der erfindungsgemäße Latentwärmespeicherkörper und erfindungsgemäße Wärmespeichervorrichtungen anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft erläutert. Hierbei zeigt:

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörper mit einer geschlossenen Umhüllung in einer perspektivischen Ansicht mit Teilaufbruch,
- Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörper mit einer perforierten Umhüllung in einer perspektivischen Ansicht mit Teilaufbruch,
- Fig. 3a das Innere des Latentwärmespeicherkörpers in einem regenerierten Zustand als Ausschnittsvergrößerung zu den Fig. 1 und 2,
- Fig. 3b das Innere des Latentwärmespeicherkörpers nach kurzzeitiger Erwärmung durch Mikrowellen als Ausschnittsvergrößerung zu den Fig. 1 und 2,
- Fig. 3c das Innere des Latentwärmespeicherkörpers nach längerer Erwärmung durch Mikrowellen als Ausschnittsvergrößerung zu den Fig. 1 und 2,
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Latentwärmespeicherkörpers in einer Schnittansicht,
- Fig. 5 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Latent-

wärmespeicherkörpers mit einer verschließbaren Öffnung in einer Schnittansicht,

Fig. 6 einen mit einem Wasserbehälter verbundenen, Kapillarräume aufweisenden Verteilkörper mit angelagertem hygroskopischen Material,

Fig. 7 einen Latentwärmespeicherkörper mit darin eingebautem Verteilkörper nach Fig. 6 in einer Explosionsdarstellung,

Fig. 8 einen Verteilkörper nach Fig. 6 ohne angelagertes hygroskopisches Material,

Fig. 9 einen Latentwärmespeicherkörper mit darin eingebautem Verteilkörper nach Fig. 8 in einer Explosionsdarstellung,

Fig. 10 einen mikrowelleninaktiven Latentwärmespeicherkörper mit einer mikrowellenaktiven Hülle in einer Schnittansicht,

Fig. 11 einen mikrowelleninaktiven Latentwärmespeicherkörper mit einem mikrowellenaktiven Kern,

Fig. 12 eine Schnittansicht durch eine erste Ausführungsform einer Wärmespeichervorrichtung mit darin enthaltenem hygroskopischem Material und zwei Wärmespeicherelementen,

Fig. 13 eine Schnittansicht durch eine zweite Ausführungsform einer Wärmespeichervorrichtung mit hygroskopischem Material und zwei in Wärmespei-

cherelementen mit durch sie hindurchgehenden Hohlräumen,

Fig. 14 eine Schnittansicht durch eine dritte Ausführungsform einer Wärmespeichervorrichtung mit hygroskopischem Material und einem Wärmespeicherelement,

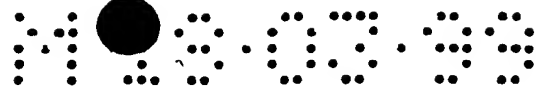
Fig. 15 eine Schnittansicht durch eine Wärmespeichervorrichtung nach Fig. 14 mit einer zusätzlichen äußeren Umhüllung,

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht einer als Behälter ausgebildeten Wärmespeichervorrichtung mit einem plattenartigen Glaskörper,

Fig. 16a einen Teilschnitt durch den Behälterboden entlang der Schnittlinie XVI-XVI in Fig. 16 nach einer ersten Ausführungsform,

Fig. 16b ein Teilschnitt durch den Behälterboden entlang der Schnittlinie XVI-XVI in Fig. 16 gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Figur 1 beschreibt einen erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörper 1, der als ein Wärmekissen ausgebildet ist. Er weist eine dampfdiffusionsundurchlässige Umhüllung 2 auf, die im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einer Folie gebildet ist, die entlang einer Umschlagkante 3 zu einer Doppellage gefaltet ist, deren Seitenkanten 4 durch Verschweißen dampfdiffusionsundurchlässig verschlossen sind. Wie durch den Teilaufbruch in der Umhüllung erkennbar ist, enthält der Latentwärmespeicherkörper 1 in seinem Inneren eine Anzahl von Trägermaterialien Einzelkörpern 5 mit in kapilla-



ren Aufnahmeräumen aufgenommenen Latentwärmespeichermaterial 6 auf Paraffinbasis. Darüber hinaus ist auf den Oberflächen von Trägermaterialeinzelkörpern ein kornartiges hygroskopisches Material 7 gleichmäßig verteilt angeordnet, in dessen Innerem als mikrowellenaktives Material Wasser 8 gespeichert ist. Zu einer detaillierteren Darstellung sowie zu einer Funktionsbeschreibung wird an dieser Stelle auf die Figuren 3a, 3b, 3c und die zugehörige Beschreibung verwiesen.

Figur 2 beschreibt einen Latentwärmespeicherkörper 1, der sich von dem in Figur 1 gezeigten durch eine dampfdiffusionsdurchlässige Umhüllung 2' unterscheidet. Sie weist eine Mikroperforation mit dampfdiffusionsdurchlässigen Öffnungen 9 auf, die über die gesamte Fläche verteilt sind. Idealerweise ist dabei eine Größe der Öffnungen 9 gewählt, bei der die Öffnungen nur Dampf hindurchlassen. Allerdings ist der Beutel auch dann voll einsatzfähig, wenn größere Öffnungen, z.B. im Bereich bis ca. 0,2 - 0,3 mm vorhanden sind. Bei dem in Figur 2 gezeigten "offenen System" ermöglichen die Öffnungen 9 beim Erwärmen einen Dampfaustritt in die Umgebung und beim Abkühlen eine bedarfsgerechte Regeneration des Latentwärmespeicherkörpers mit Feuchtigkeit aus der Umgebung. Gegenüber dem in Figur 1 dargestellten "geschlossenen System" sind damit beim "offenen System" auch kleine Undichtigkeiten, wie diese beim Verschweißen auftreten können, vernachlässigbar. Daraus resultiert eine erhebliche Reduzierung der Ausschussquote bei der Produktion, die außerdem eine Kostensenkung bei der Qualitätsprüfung bedeutet. Einem Verkleben von Diffusionsöffnungen durch eventuell überschüssiges Paraffin kann bspw. durch eine gezielte Abstimmung des Verhältnisses von Öffnungsdurchmesser zu Oberflächenspannung des Latentwärmespeichermaterials auf Paraffin-

basis wirksam begegnet werden, so daß immer genügend Diffusionsöffnungen freigehalten werden. Im gezeigten Beispiel handelt es sich bei der Umhüllung um eine Kunststoffolie, es können jedoch auch Folien aus anderen zweckmäßigen Materialien verwendet werden.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Latentwärmespeicherkörper kann in eine Mikrowelle eingegeben werden, die darauf in Betrieb genommen wird. Leistungsstufe und Einwirkungsdauer der Mikrowellen auf das Produkt sind abhängig von der Größe bzw. Dicke der gewünschten Temperatur und der beabsichtigten Aufheizzeit des Produktes. Je nach Parameterwahl ist der Latentwärmespeicherkörper nach einigen Minuten soweit gleichmäßig erhitzt, daß das gesamte darin enthaltene Paraffin aufgeschmolzen ist.

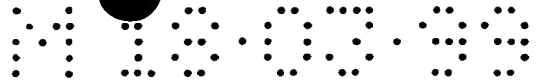
Figur 3a zeigt eine vergrößerte Ansicht auf einen Teil der im Latentwärmespeicherkörper nach den Figuren 1 und 2 enthaltenen Trägermaterialeinzelkörper 5 mit darin in kapillaren Aufnahmeräumen gespeichertem Latentwärmespeichermaterial 6 auf Paraffinbasis, wobei die auf den Oberflächen der Trägermaterialeinzelkörper 5 gleichmäßig verteilten Körner aus hygroskopischen Material 7 deutlich zu erkennen sind. In weiterer Einzelheit ist durch die angegebenen Punkte dargestellt, daß das mikrowellenaktive Wasser 8 in einem regenerierten Zustand des Latentwärmespeicherkörpers 1 innerhalb der Körner aus hygroskopischem Material 7 gespeichert ist.

Von diesem Zustand ausgehend beschreibt Figur 3b, daß es bereits kurze Zeit nach Einschalten der Mikrowelle 10 durch die in den Latentwärmespeicherkörper 1 eindringende Mikrowellenstrahlung 11 zu einer erwärmungsbeding-



ten Verdampfung und dadurch zum zunächst anteiligen Austritt des Wassers 8 aus dem hygroskopischen Material 7 kommt. Der Dampfaustritt aus dem hygroskopischen Material ist dabei durch die gepunkteten Austrittslinien symbolisch dargestellt. In Figur 3b ist gut zu erkennen, daß sich das erhitzte dampfförmige Wasser 8 in Hohlräumen 12 zwischen den Trägermaterialeinzelkörpern und dem hygroskopischen Material 7 verteilt. Es überstreicht dabei die Oberflächen der Trägermaterialeinzelkörper 5 bzw. des Latentwärmespeichermaterials 6, das aufgrund der Mikrowellenpassivität eine geringe Temperatur aufweist. Aufgrund der in den Latentwärmespeicherkörper 1 eindringenden Mikrowellenstrahlung 11 kommt es zu einer gleichmäßigen Wärmeübertragung von dem dampfförmigen Wasser 8 auf das in den Trägermaterialeinzelkörpern 5 gespeicherte, zunächst noch kalte Wärmespeichermaterial auf Paraffinbasis. Es ist aus Fig.3b weiterhin ersichtlich, daß die Verdampfung und der Dampfaustritt aus dem hygroskopischen Material 7 gegenüber dem in Figur 3a gezeigten regenerierten Zustand eine Verarmung an Wasser 8 im hygroskopischen Material 7 bewirkt. Dies ist durch einen größeren Abstand der Punkte innerhalb des hygroskopischen Materials 7 angedeutet. Darüber hinaus bewirkt die Wärmeübertragung von dem erhitzten dampfförmigen Wasser 8 auf die vergleichsweise kälteren Oberflächen der mit Latentwärmespeichermaterial 6 gefüllten Trägermaterialeinzelkörper 5 eine teilweise Kondensation des dampfförmigen Wassers 8, wodurch es auf den vorgenannten Oberflächen zur Entstehung von Wassertropfen 12 kommt und der Wärmeübergang noch weiter begünstigt wird. Aufgrund dieses hervorragenden Wärmeüberganges wird das in dem Latentwärmespeichermaterial 6 enthaltene Paraffin schnell und gleichmäßig aufgeschmolzen und der Latentwärmespeicherkörper gleichmäßig erwärmt.





Wie in Fig. 3c dargestellt, wird das in feinsten Form verteilte und als Tropfen 12 abgegrenzte Kondenswasser durch die Mikrowelleneinstrahlung erneut aufgewärmt, so daß es schließlich zu einer erneuten Verdampfung auch aus den Tropfen kommt, wobei mehrere Zyklen durchlaufen werden. Gleichzeitig wird das hygroskopische Material 7 immer weiter aufgeheizt, ohne daß an ihm eine Dampfkondensation stattfindet. Dadurch kann der entstandene Wasserdampf seine volle Wirkung verbreiten, ohne daß er vorzeitig wieder in dem hygroskopischen Material 7 eingebunden wird. Wenn der Aufheizvorgang beendet ist und die Kondensation des Wasserdampfes voranschreitet, beginnt das hygroskopische Material 7 wieder damit, Wasser 8 einzubinden und für den nächsten Aufheizvorgang bereitzuhalten.

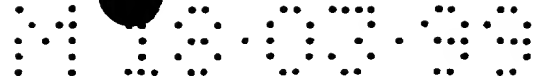
Wird beispielsweise bei einer Fehlbedienung der Mikrowelle oder durch Unachtsamkeit zu viel Wasserdampf gebildet, erhitzt sich der bereits gebildete Wasserdampf immer mehr und tritt bei dem in Figur 2 dargestellten Latentwärmespeicherkörper 1 durch die Öffnungen 9 der Mikroperforierung aus der dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung 2' in die Umgebung aus. Das restliche Wasser 8 wird aufgrund der hohen Bindungskräfte immer langsamer ausgeheizt, so daß eine rasche bzw. explosionsartige Dampfbildung (z.B. aufgrund von Siedeverzug) ausgeschlossen ist. Das als Dampf durch die Perforation in die Umgebung ausgetretene Wasser 8 wird durch das hygroskopische Material 7 aufgrund von Diffusionsvorgängen aus der Luftfeuchte durch die Perforation hindurch in umgekehrter Richtung wieder ausgeglichen. Dieser Regenerationsprozeß läuft immer wieder reproduzierbar und ungehindert ab.

Wenn im Extremfall die Mikrowelle überhaupt nicht mehr abschaltet, wird das im hygroskopischen Material 7 gespeicherte Wasser 8 langsam vollständig ausgeheizt. Sobald sich auch der Wasserdampf durch die Öffnungen in die Umgebung verflüchtigt hat (bei Temperaturen von mehr als 100°C), ist keine Mikrowellenaktivierung ab diesem Zeitpunkt mehr möglich, und eine weitere Aufheizung findet nicht mehr statt. Soweit noch eine gewisse Restfeuchte vorhanden ist, ist eine Brandgefahr durch unzulässige Überhitzung zusätzlich aufgrund der vorhandenen Wasserdampfatmosphäre und restlichem Kristallwassers praktisch ausgeschlossen, da die Temperaturen auf höchstens 200°C (Kristallwasserausheiztemperatur von Kupfersulfat) ansteigen können und andererseits das gegenwärtige Wasser (auch in Dampfform) als "Entzündungsenergie-Schlucker" dient. Bei einer nachfolgenden Abkühlung belädt sich das hygroskopischen Material 7 wieder mit Wasser 8 aus der Luftfeuchte, und nach einiger Zeit (in Abhängigkeit von der Luftfeuchte und der Temperatur) ist das bei der Erhitzung entstandene Konzentrationsdefizit an Wasser 8 wieder ausgeglichen, der Latentwärmespeicherkörper hat sich selbständig wieder regeneriert.

Das in den Figuren 3a, 3b und 3c beschriebene Prinzip läßt sich beispielsweise auch auf Platten, Pasten, Formteile und Formgebungen jeglicher Art ausdehnen. So lassen sich z.B. auch Warmhalteelemente, beispielsweise im Lebensmittelbereich, herstellen, die nicht erst langwierig in Elektro- oder Dampfofen aufgeheizt werden müssen, sondern in einem Mikrowellengerät sehr schnell für Ihren Einsatz vorbereitet werden können. Hieraus ergibt sich ein geringerer Energieraufwand und weiterhin niedrigere erforderliche Vorhaltekapazitäten.

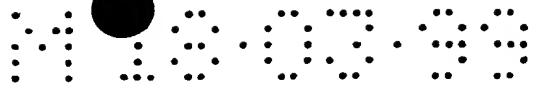
Figur 4 zeigt eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeicherkörpers 13, der einen Trägermaterialkörper 14 mit darin in kapillaren Aufnahmeräumen aufgenommenem Latentwärmespeichermaterial 6 auf Paraffinbasis enthält. Im konkret gezeigten Beispiel handelt es sich bei dem Trägermaterialkörper 14 um eine Faserplatte aus PAP-Material, wobei im Hinblick auf weitere geeignete Trägermaterialien auch auf den Inhalt der PCT/EP98/01956 verwiesen wird. Die Oberfläche des Trägermaterialkörpers 14 wird von einer Folie 15 bedeckt, die hygroskopisches Material 7 enthält. Die Folie 15 kann dabei beispielsweise selbst aus einem hygroskopischen Material 7 ausgebildet sein, sie kann jedoch alternativ oder in Kombination auch mit einem hygroskopischen Material 7 besetzt bzw. beschichtet sein. Die Folie 15 kann, wie dies im Querschnitt gezeichnet ist, auf der gesamten Oberfläche des getränkten Trägermaterialkörpers 14 vorgesehen sein, sie kann jedoch alternativ auch nur in bestimmten Flächenbereichen angeordnet sein und/oder dampfdiffusionsdurchlässige Öffnungen aufweisen. Der dargestellte Latentwärmespeicherkörper 1 weist weiterhin eine im konkreten Beispiel dampfdiffusionsundurchlässige Umhüllung 2 auf, welche unter Ausbildung eines gasgefüllten Zwischenraumes mittels zeichnerisch nicht wiedergegebener Abstandselemente von dem Trägermaterialkörper mit der Folie 15 beabstandet angeordnet ist. In dem in Figur 4 beschriebenen Zustand des Latentwärmespeicherkörpers 13 liegt das darin enthaltene mikrowellenaktive Wasser 8 nach einer vorangehenden Mikowellenerwärmung teilweise noch als in der Folie 15 gespeichertes flüssiges Wasser 8', teilweise als in dem gasgefüllten Zwischenraum 16 gespeichertes dampfförmiges Wasser 8'' und teilweise als aus der Dampfphase an der dampfdiffusionsundurchlässigen Umhüllung 2 auskondensiertes flüssiges Wasser 8''' vor. Die Wirkungs-

weise des dargestellten "geschlossenen Systems" beruht auf einer durch Mikrowellenenergie hervorgerufenen Verdampfung des mikrowellenaktiven Wassers 8, 8', 8'', 8''' und einer anschließenden Übertragung der Wärme von dem Dampf auf das mikrowellenpassive und daher zunächst kältere Latentwärmespeichermaterial 6. Der energiereiche Dampf kann dazu eine Aufheizung der Folie 15 bewirken, die ihrerseits die Wärme an das im Trägermaterialkörper 14 gespeicherte Latentwärmespeichermaterial 6 weitergibt. Alternativ oder ergänzend kann der energiereiche Dampf durch dampfdiffusionsdurchlässige Öffnungen in der Folie 15 bzw. über nicht von der Folie 15 bedeckte Oberflächenbereiche des Trägermaterialkörper in direkten Kontakt mit dem Latentwärmespeichermaterial 6 treten, wodurch eine besonders rasche Wärmeübertragung ermöglicht wird. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, daß das Latentwärmespeichermaterial 6 beispielsweise durch Additive eine modifizierte Kristallstruktur auch mit Hohlstrukturen, wie beispielsweise Hohlkegeln, aufweist, die Strömungswege mit zusätzlicher Wärmeaustauschfläche für den Dampf bereitstellen, so daß die Wärmeübertragung zusätzlich beschleunigt wird. Ein Vorteil des dargestellten, "geschlossenen Systems" besteht darin, daß es sich auch nach einem Einsatz in einer extrem trockenen äußeren Umgebung schnell wieder regeneriert bzw. praktisch jederzeit einsetzbar ist, da das im System vorhandene Wasser 8, 8', 8'', 8''' dazu nicht vollständig in dem hygroskopischen Material 7 gespeichert vorliegen muß. Weiterhin benötigt ein "geschlossenes System" nur sehr geringe Mengen von mikrowellenaktivem Wasser, bei zahlreichen Anwendungen - wie beispielsweise Wärmekissen - reichen bereits wenige Wassertropfen für eine schnelle und gleichmäßige Erwärmung durch die Dampf-/Kondensationsvorgänge aus, wobei sehr schnell Gleichgewichtszustände



erreicht werden. Die sehr geringen Mengen schließen außerdem unzulässige Ausdehnungen und damit Zerstörungen des mikrowellenaktiven und -inaktiven Materials aus. Alternativ zu der in Figur 4 angedeuteten Folie 15 eignen sich als Trägermaterialien für das hygroskopische Material 7 auch Gewebe, Gewirke, Flechtwerke, Fasern und Papiere aus mikrowellenaktiven, vorzugsweise gut Feuchtigkeit leitenden und ggf. kapillaren Materialien (bspw. Löschpapier). Bei dem in Figur 4 als Schicht dargestellten hygroskopischen Material 7 kann es sich beispielsweise um eine Schicht aus hygroskopischem Pulver oder Granulat bzw. feinen Körnern handeln.

In Figur 5 ist ein Latentwärmespeicherkörper 17 gezeigt, der sich von dem in Figur 4 gezeigten Latentwärmespeicherkörper 13 durch eine verschließbare Öffnung 18 unterscheidet. Letztere ist als eine im konkreten Ausführungsbeispiel aus Folienmaterial ausgebildete Lasche 19 ausgeführt, die um eine Biegekante 20 der dampfdiffusionsundurchlässigen Umhüllung 2 verschwenkt werden kann. In dem mit durchgezogenen Linien gekennzeichneten, geschlossenen Zustand der Öffnung 18 übergreift im dargestellten Beispiel ein abgewinkelter Laschenabschnitt 21 die Außenseite der Umhüllung 2 an der an die Öffnung 18 angrenzenden Oberseite des Latentwärmespeicherkörpers 17. Es ist dabei durch einen hochbelastbaren Flächenverschluß, bspw. durch eine Klettverbindung, eine den im Betrieb zulässigen Dampfdrücken standhaltende Verbindung zwischen dem Laschenende und der äußeren Umhüllung 2 geschaffen. Durch die in den Laschenabschnitt 21 integrierte Dichtung 23 wird im Zusammenwirken mit der oberseitigen Außenfläche der Umhüllung 2 eine zugleich dampfdiffusionsundurchlässige Verbindung erreicht.



Der in Figur 5 dargestellte Latentwärmespeicherkörper 17 kann bei geschlossener Öffnung 18 wie der in Figur 4 gezeigte Latentwärmespeicherkörper 13 als "geschlossenes System" verwendet werden. In diesem Fall besteht jedoch zusätzlich die Möglichkeit, durch eine planmäßige Ausgestaltung des Flächenverschlusses 22, insbesondere durch die Wahl eines geeigneten Verschußprinzips und/oder dafür geeigneter Flächenabmessungen, eine zusätzliche Sicherungseinrichtung gegen unerwünscht hohe Dampfdrücke im Inneren des Latentwärmespeicherkörpers 17 bereitzustellen. Sofern eine entsprechende Begrenzung der Verschußkraft vorgesehen ist, wird der Flächenverschluß 22 bei Überschreiten eines kritischen Dampfdruckes selbsttätig gelöst, so daß der Dampf in die Umgebung entweicht und eine Zerstörung des Latentwärmespeicherkörpers verhindert wird. Auch ohne daß es zu einer selbsttätigen Öffnung der Öffnung 18 kommt, kann diese nach dem Gebrauch des Latentwärmespeicherkörpers manuell geöffnet werden, um eine Veränderung, insbesondere eine Vergrößerung der darin enthaltenen Menge an mikrowellenaktiver Feuchtigkeit zu bewirken. Es besteht dazu bspw. auch die Möglichkeit, daß der Latentwärmespeicherkörper 17 bei geöffneter Öffnung 18 gemeinsam mit einer bspw. in einer Schale aufgenommenen Menge an Wasser 8 in eine Mikrowelle eingegeben wird und diese in Betrieb genommen wird. Das aus der Schale verdampfende Wasser 8 verteilt sich zunächst in der Umgebung des Latentwärmespeicherkörpers 17 und gelangt durch dessen Öffnung 18 in den gasgefüllten Zwischenraum 16, aus dem es von dem hygroskopischen Material 7 in einer gewünschten Menge aufgenommen wird. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, den Latentwärmespeicherkörper 17 bei durchgehend geöffneter Öffnung 18 als "offenes System" zu verwenden.

In Figur 6 ist eine Anordnung aus einem Verteilkörper 24 und einem daran mittels einer Leitung 25 angeschlossenen Behälter 26, der Wasser 8 enthält, dargestellt. Die Leitung 25 kann mittels einer Armatur 27 für einen Wasserdurchfluß gesperrt oder freigegeben werden. Wie weiter dargestellt ist, sind auf dem Verteilkörper 24 verteilt Körner aus hygroskopischem Material 7 angeordnet. Der Verteilkörper 24 weist darüber hinaus Kapillarräume auf, die darin Wege zu dem hygroskopischen Material 7 öffnen bzw. bilden. Bevorzugt ist vorgesehen, daß die Kapillarräume in der Weise ausgebildet sind, daß sie nur für das mikrowellenaktive Wasser 8, nicht dagegen für das hochviskosere Latentwärmespeichermaterial 6 kapillarwirksam sind. Der Verteilkörper 24 kann bevorzugt als "Kapillarnetz" ausgestaltet sein, bei welchem die Kapillarräume netzartig miteinander verbunden sind. Bei geöffneter Armatur 27 verteilt sich das Wasser 8 zunächst ausgehend von der Einmündung der Leitung 25 in dem Verteilkörper 24 durch die Kapillarwirkung etwa sternförmig, wie dies durch die Pfeile dargestellt ist. Der Zufluß von Wasser 8 kommt erst dann zum Erliegen, wenn kein Konzentrationsgefälle im Verteilkörper mehr vorhanden ist. Darüber hinaus nimmt auch das auf dem Verteilkörper 24 angeordnete hygroskopische Material 7 solange Wasser aus den Kapillarräumen des Verteilkörpers 24 auf, bis dessen Sättigungszustand erreicht worden ist.

Figur 7 beschreibt einen Latentwärmespeicherkörper 28 mit darin eingebauter Anordnung gemäß Figur 6. In dem konkreten Beispiel befindet sich der Verteilkörper 24 zwischen zwei parallel zueinander beabstandeten plattenförmigen Trägermateriaaleinzelkörpern 29 mit darin in kapillarartigen Aufnahmeräumen enthaltenem Latentwärmespeichermaterial 6 auf Paraffinbasis. Der Latent-

wärmespeicherkörper 28 ist weiterhin von einer dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung 2' umgeben, durch die die Leitung 25 aus dem Behälter 26 in das Innere des Latentwärmespeicherkörpers hineintritt. Im Betrieb dieses Latentwärmespeicherkörpers wird das in dem Verteilkörper und in dem hygroskopischen Material 7 gespeicherte Wasser 8 zumindest teilweise verdampft und strömt dabei bei gleichzeitiger Wärmeabgabe an das Latentwärmespeichermaterial 6 auch an den dem Verteilkörper 24 zugewandten Oberflächen der Platten 29 entlang. Sofern zusätzlich Hohlräume im Latentwärmespeichermaterial 6 vorgesehen sind, werden auch diese durchströmt und die Wärmeübertragung beschleunigt. Der überschüssige Dampf tritt durch die zeichnerisch nicht dargestellten Öffnungen 9 der dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung 2' in die Umgebung hinaus, so daß der Latentwärmespeicherkörper 28 unter schneller und gleichmäßiger Erwärmung allmählich an Wasser 8 verarmt. Während des anschließenden Abkühlvorganges wird das noch im Latentwärmespeicherkörper vorhandene dampfförmige Wasser 8 bevorzugt von dem hygroskopischen Material 7 aufgenommen. Der gegenüber dem Ausgangszustand eingetretene Wasserverlust kann durch ein Öffnen der Armatur 27 vollständig oder auch teilweise ausgeglichen werden. Gegenüber der dargestellten Ausführungsform besteht auch die Möglichkeit, daß der Verteilkörper 24 selbst hygroskopische Eigenschaften aufweist, so daß auf die Anordnung von gesondertem hygroskopischem Material 7 auf dem Verteilkörper 24 verzichtet werden kann.

Auch die in Figur 8 gezeigte Anordnung unterscheidet sich von der in Figur 6 gezeigten, indem darin auf die Anordnung von hygroskopischem Material 7 auf dem Verteilkörper verzichtet wird. Dies kann auch dann sinnvoll sein, wenn der Verteilkörper nicht selbst aus



einem hygroskopischen Material 7 ausgebildet ist, dafür aber - wie in Figur 9 gezeigt - zwischen den angrenzenden Trägermaterialeinzelkörpern 5 mit darin aufgenommenem Latentwärmespeichermaterial 6 hygroskopisches Material 7 verteilt angeordnet ist. In dem in Figur 9 gezeigten Latentwärmespeicherkörper 30 sind die mit Latentwärmespeichermaterial 6 vollgesaugten Trägermaterialeinzelkörper 5 mit dem dazwischen verteilten hygroskopischen Material zu Platten 29 geformt, zwischen denen der Verteilkörper 24 angeordnet ist. Die aus hygroskopischem Material 7 gebildeten Körper sind dabei von einer zeichnerisch nicht dargestellten, für Latentwärmespeichermaterial 6 undurchlässigen Folie umschlossen, wobei die Folie eine Anzahl winzig kleiner Löcher, die makroskopisch gerade noch sichtbar sind, enthält. Auf diese Weise ergibt sich einerseits eine Abschottung des hygroskopischen Materials 7 von dem Latentwärmespeichermaterial 6, so daß dieses nicht in die Poren des hygroskopischen Materials 7 eindringen kann. Andererseits besteht aber die Möglichkeit, daß von dem hygroskopischen Material 7 speicherbare Feuchtigkeit, insbesondere Wasser, die Folie durch die winzigen Löcher durchtritt, so daß das hygroskopische Material 7 Feuchtigkeit an die Umgebung abgeben kann bzw. aus der Umgebung aufnehmen kann. Aufgrund der dargestellten dreidimensionalen Verteilung des hygroskopischen Materials 7 wird nach der Erwärmung eine selbständige Regeneration durch Feuchtigkeitsaufnahme durch die dampfdiffusionsdurchlässige Umhüllung 2' aus der Umgebung unterstützt.

In Figur 10 ist ein Latentwärmespeicherkörper 31 dargestellt, bei dem um einen Kernbereich aus mikrowellenpassivem bzw. mikrowellenaktivem Latentwärmespeichermaterial 6 auf Paraffinbasis eine durchgängige Schicht aus

hygroskopischem Material 7 angeordnet ist. Durch die in dem hygroskopischen Material 7 gespeicherte, zeichnerisch nicht dargestellte mikrowellenaktive Feuchtigkeit ist eine Mikrowellenaktivierung des Latentwärmespeicherkörpers 31 erreicht. In Umkehrung dieses Prinzips zeigt Figur 11 einen Latentwärmespeicherkörper 32, der im Inneren des Latentwärmespeichermaterials 6 einen Kernbereich aus einem hygroskopischen Material 7 besitzt. In den Ausführungsbeispielen der Figuren 10 und 11 besteht auch die Möglichkeit, daß das Latentwärmespeichermaterial in kapillaren Aufnahmeräumen eines Trägermaterialkörpers aufgenommen ist. Weiterhin ist daran gedacht, daß eine größere Zahl der in den Figuren 10 und 11 gezeigten Latentwärmespeicherkörper als Latentwärmespeicherteilkörper verwendet werden, indem eine Mehrzahl von Ihnen gemeinsam in einem Latentwärmespeicherkörper mit größeren Abmessungen aufgenommen ist.

Figur 12 zeigt in einer Schnittansicht eine Wärmespeichervorrichtung 33, die sandwichartig aus zwei sich senkrecht zur Zeichenebene plattenartig erstreckenden Wärmespeicherelementen 34, 34' aus Wärmespeichermaterial und einem zwischen diesen Wärmespeicherelementen 34, 34' in Form einer Zwischenschicht angeordneten hygroskopischen Material 7 ausgebildet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel beruht der Zusammenhalt des Schichtenverbunds auf einer, wie dargestellt, waagerechten Anordnung der Wärmespeichervorrichtung und der senkrecht dazu wirkenden Schwerkraft. Ein Zusammenhalt kann alternativ auch durch Befestigungsmittel unterstützt bzw. erreicht werden, deren Auswahl sich an den im einzelnen verwendeten Materialien orientiert. Sofern es sich bei den Wärmespeicherelementen 34, 34' z.B. um Kunststoffplatten handelt und als hygroskopisches Mate-

rial 7 ein Löschpapier oder ein hygroskopisches Vlies verwendet wird, kann ein Zusammenhalt durch eine abschnittsweise oder vollflächige Verklebung zwischen den Schichten erreicht werden. In einer Variante kann vorgesehen sein, daß die Wärmespeicherelemente 34, 34' aus Holz, beispielsweise aus Pappelholz, bestehen und daß als hygroskopisches Material 7 ein pulver- oder granulatartiges Salz verwendet wird. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, einen Zusammenhalt der Schichten mit sie durchsetzenden formschlüssigen Verbindungselemente, beispielsweise Nieten, zu gewährleisten. In dem in Figur 12 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Wärmespeicherelemente 34, 34' aus einem wasserundurchlässigen und für Mikrowellenstrahlung durchlässigen Material ausgebildet. In einem durch Mikrowellenstrahlen 11 angedeuteten Mikrowellenfeld dringen die Mikrowellenstrahlen durch die Wärmespeicherelemente 34, 34' und in einem dem Flächenverhältnis entsprechenden geringeren Anteil auch über die Stirnflächen in das hygroskopische Material 7 ein. Das im hygroskopischen Material 7 gespeicherte, zeichnerisch nicht dargestellte Wasser wird durch dielektrische Verluste erwärmt und gibt diese Eigenwärme an das hygroskopische Material 7 sowie direkt und indirekt darüber an die angrenzenden Wärmespeicherelemente 34, 34' weiter. Die in Fig. 12 gezeigte Wärmespeichervorrichtung weist dazu eine derartige Anordnung von hygroskopischen Material zu Wärmespeicherelementen bzw. Wärmespeichermaterial auf, die speziell auf eine schnelle und ungehinderte Wärmeübertragung vom erhitzten Wasser bzw. erhitzten hygroskopischen Material 7 auf die noch kälteren Wärmespeicherelemente 34, 34' durch Wärmeleitung abgestimmt ist, indem eine große Berührfläche zwischen den einzelnen Schichten vorgesehen ist. Die Wärmeleitung wird zu einem gewissen Grad unterstützt durch einen konvektiven Wärmeübergang zufolge

ge einer Strömung des bei der Erhitzung entstandenen Wasserdampfes durch das hygroskopische Material zu den Oberflächen der Wärmespeicherelemente 34, 34'. Zu einem bestimmten Anteil erfolgt auch eine Wärmeübertragung durch Wärmeabstrahlung an die kälteren Wärmespeicherelemente 34, 34'. Die mikrowellen- bzw. erwärmungsbedingte Verdampfung des im hygroskopischen Material 7 gespeicherten Wassers ist mit einer Volumenvergrößerung des Wassers verbunden. Die Volumenvergrößerung führt zu einem Druckanstieg des Wasserdampfes in den Hohlräumen des hygroskopischen Materials 7, der einen wesentlichen Antrieb für einen zu den Seitenrändern 35, 35' der Wärmespeichervorrichtung gerichteten Wasserdampfströmung liefert. Durch das Druckgefälle kommt es an den Seitenrändern 35, 35' zu einem Wasserdampfaustritt, aufgrund dessen das hygroskopische Material 7 vorübergehend an Wasserdampf verarmt. Bei einer nachfolgenden Abkühlung der Wärmespeichervorrichtung 33 besitzt das hygroskopische Material 7 die Fähigkeit, der Umgebung über seine freien Oberflächen an den Seitenrändern 35, 35' Luftfeuchtigkeit zu entziehen. Durch einen entsprechend einsetzenden Wasserdampfzustrom 37 wird der Wasserverlust wieder ausgeglichen, wobei das zunächst an den Rändern aufgenommene Wasser durch Diffusion auch in das Innere der aus hygroskopischem Material 7 gebildeten Schicht gelangt. Nach einer bestimmten Zeit stellt sich im hygroskopischen Material 7 gegenüber der Umgebung wieder eine Gleichgewichtsbeladung mikrowellenaktiv mit Feuchtigkeit ein, und die Wärmespeichervorrichtung 33 hat sich vollständig regeneriert. Sie steht dann für weitere Erwärmungen in einem Mikrowellenfeld zur Verfügung.

Figur 13 beschreibt in einer Schnittansicht eine Wärmespeichervorrichtung 38, die sich dadurch von der in

Figur 12 gezeigten Wärmespeichervorrichtung 33 unterscheidet, daß in den plattenartigen Wärmespeicherelementen 34, 34' Hohlräume 39 ausgebildet sind, die sich jeweils durchgehend zwischen der dem hygroskopischen Material 7 zugewandten Innenfläche 40 und der in Feuchtigkeitsaustausch mit der Umgebung stehenden Außenfläche 41 des jeweils gleichen Wärmespeicherelemente erstrecken. Der Darstellung ist diesbezüglich symbolisch zu entnehmen, daß die Hohlräume 39 Strömungswege für Wasserdampf zwischen dem hygroskopischen Material und der Umgebung bilden. Der Wasserdampfaustritt 36 und Wasserdampfzustrom 37 werden dadurch verstärkt und verlaufen in einer gleichmäßigeren Verteilung entlang der Oberfläche des hygroskopischen Materials 7. Dadurch ergeben sich kürzere Diffusionswege und Diffusionszeiten des Wassers bzw. der verwendeten Mikrowellenaktiven Feuchtigkeit im hygroskopischen Material 7, so daß auf vorteilhafte Weise ein schnelleres Regenerieren der Wärmespeichervorrichtung nach einer Anwendung in einem Mikrowellenfeld möglich ist. Die Hohlräume 39 können innerhalb der sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckenden Ebene in regelmäßiger oder unregelmäßiger zweidimensionaler Verteilung vorgesehen sein.

In Figur 14 ist in einer Schnittansicht eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmespeichervorrichtung 42 dargestellt, die ebenfalls ein hygroskopisches Material 7 in einer für eine Wärmeübertragung auf das Wärmespeichermaterial geeigneten Anordnung enthält. Im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 12 und 13 weist die Wärmespeichervorrichtung 42 nur ein einziges aus Wärmespeichermaterial gebildetes Wärmespeicherelement 34 auf. Dieses ist großflächig mit einer aus hygroskopischem Material 7 gebildeten Schicht verbunden, um dadurch eine ungehin-



derte Wärmeübertragung von dem durch Mikrowellenstrahlung 11 erwärmten, zeichnerisch nicht dargestellten Wasser bzw. Wasserdampf auf das Wärmespeicherelement 34 und von dem Wasser bzw. Wasserdampf über das hygroskopische Material 7 auf das Wärmespeicherelement 34 zu ermöglichen. Durch den Verzicht auf ein zweites Wärmespeicherelement 34' ergibt sich eine große freiliegende Regenerationsfläche 43. Entsprechend ist gegenüber der Wärmespeichervorrichtung 38 eine nochmals schnellere Regeneration des hygroskopischen Materials ermöglicht, die außerdem durch eine gezielte Vergrößerung des Wasserdampfpartialdruckes in der Umgebung nochmals gesteigert werden kann.

In Figur 15 ist in einer Schnittansicht eine vierte Ausführungsform einer Wärmespeichervorrichtung 44 mit hygroskopischem Material 7 und einem Wärmespeicherelement 34 dargestellt, die sich von der in Figur 14 gezeigten Wärmespeichervorrichtung 42 durch eine zusätzlich vorgesehene elastische oder starre, druckfeste Hülle 45 unterscheidet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Hülle 45 für Wasserdampf undurchlässig ausgebildet, so daß bei einer durch Mikrowellenstrahlung 11 bewirkten Erwärmung und Verdampfung des zeichnerisch nicht dargestellten, im hygroskopischen Material 7 gespeicherten Wassers kein Feuchtigkeitsverlust der Wärmespeichervorrichtung 44 eintreten kann. Die bei einer Erwärmung aus dem hygroskopischen Material 7 austretende Feuchtigkeit wird von dem zwischen Wärmespeicherelement 34 und hygroskopischem Material 7 mit der Hülle 45 eingeschlossenen Speicherraum 46 aufgenommen, so daß von dort aus eine schnelle Regeneration des hygroskopischen Materials 7 erfolgen kann. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die Hülle 45 dampfdiffusionsdurchlässig auszubilden, so daß ein Feuchteaustausch

mit der Umgebung ermöglicht ist. Hinsichtlich der Materialauswahl und weiterer Ausgestaltungsmöglichkeiten der Hülle 45 wird auf die weitere diesbezügliche Beschreibung in dieser Anmeldung verwiesen.

Figur 16 zeigt in einer perspektivischen Ansicht eine als Behälter ausgebildete Wärmespeichervorrichtung mit einem Wärmespeichermaterial aus Pappelholz, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlung nicht nennenswert aufheizbar ist. Die Wärmespeichervorrichtung 47 ist aus einem Bodenelement 48, vier Seitenelementen 49 und einem Deckelelement 50 ausgebildet. Das Deckelelement 50 ist mit einem Drehscharnier 51 an einem der Seitenelemente 49 verschwenkbar angelenkt. Die Abmessungen der Wärmespeichervorrichtung 47 sind so gewählt, daß diese vorzugsweise als wärmespeichernder Aufnahmebehälter für eine Pizza oder dergleichen verwendet werden kann.

Figur 16a verdeutlicht anhand eines Teilschnittes durch das Bodenelement 48 entlang Schnittlinie XVI-XVI in Figur 16 dessen Aufbau im einzelnen. Demzufolge besteht das Bodenelement 48 weiterhin aus einem durchgehenden, plattenartigen Glaskörper 52, dessen Plattenebene senkrecht zur Zeichenebene verläuft und der im konkreten Beispiel als ebene Glasscheibe ausgebildet ist. An den zur Plattenebene parallelen Hauptoberflächen 52', 52'' des Glaskörpers 52 sind berührend angrenzend Wärmespeicherelemente 34, 34' aus Pappelholz vorgesehen. Der Zusammenhalt zwischen den Schichten ist durch eine zeichnerisch nicht dargestellte Klebeverbindung aus einem mikrowellenstrahlungsdurchlässigen Klebstoff realisiert. In einem Mikrowellenfeld dringt die symbolisch und insbesondere hinsichtlich der Wellenform nicht maßstäblich dargestellte Mikrowellenstrahlung 11

durch die Wärmespeicherelemente 34, 34' aus Pappelholz hindurch in den Glaskörper 52 hinein. Die Mikrowellenstrahlung 11 wird dabei abgelenkt und im Inneren des Glaskörpers 52 durch wiederholte Reflektionen an dem umlaufenden Rand 53 mehrfach hin und her geschickt. Im gezeigten Beispiel soll die dargestellte Länge L der Glasplatte zumindest der halben Wellenlänge der verwendeten Mikrowellenstrahlung 11 entsprechen. In Erstreckungsrichtung der Länge L ist somit die Voraussetzung zur Ausbildung einer stehenden Welle aus der eingekoppelten Mikrowellenstrahlung 11 erfüllt. Die stehende Welle führt zu einer beschleunigten Umwandlung von Wellenenergie in thermische Energie und dadurch zu einer Aufheizung des Glaskörpers 52. Durch die großen Berührflächen 52', 52'' ist der erwärmte Glaskörper 52 den vergleichsweise kälteren mikrowellenpassiven Wärmespeicherelementen 34, 34' aus Pappelholz in der Weise zugeordnet, daß ein nahezu ungehinderter Wärmezufuß in die Wärmespeicherelemente ermöglicht wird. Dieser führt dann zu der gewünschten Aufwärmung der mikrowellenpassiven Wärmespeicherelemente im Mikrowellenfeld. Mit Bezug auf Figur 16 wird angemerkt, daß auch die Breite B des Bodenelements 48 bevorzugt zumindest der halben Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung 11 entspricht, wodurch es zur Ausbildung einer zweidimensionalen stehenden Welle im Glaskörper 52 und einer noch schnelleren Umwandlung von Wellenenergie in thermische Energie kommt. Bei der in Figur 16 gezeigten Wärmespeichervorrichtung 47 ist weiterhin daran gedacht, daß auch die Seitenelemente 49 und das Deckelelement 50 den in den Schnitten 16a oder 16b verdeutlichten Aufbau aufweisen können. Die Randseiten der Seitenelemente 49 und des Deckelelements 50 sind in Figur 16 mit einer jeweiligen Abdeckung 54 versehen, bei der es sich beispielsweise um



Leisten aus Pappelholz oder aber auch um Streifen einer Klebefolie handeln kann.

Figur 16b zeigt in einem Teilschnitt entlang der Linie XVI-XVI in Figur 16 eine zweite bevorzugte Ausführungsform des Bodenelementes 48 bzw. der Seitenelemente 49 und des Deckelementes 50 der Wärmespeichervorrichtung 47. Demgemäß ist vorgesehen, daß eine Vielzahl von plattenartigen Glaskörpern 55 mit Seitenflächen aneinander angrenzend angeordnet sind, so daß die gemeinsame Haupterstreckungsebene senkrecht zur Zeichenebene liegt. Wie weiter dargestellt, ist auf die gemeinsame Oberseite 55' und die gemeinsame Unterseite 55'' der Glaskörper 55 jeweils eine Beschichtung 56 mit einem temperaturabhängigen Transmissionskoeffizienten für Mikrowellenstrahlung 11 aufgetragen. Weiterhin sind die Außenränder 58 und die Stoßkanten 59 der Glaskörper 55 durch eine Oberflächenbehandlung für aus dem Glaskörperinneren auf sie auftreffende Mikrowellenstrahlung praktisch vollständig reflektierend ausgebildet. Mit den äußeren Hauptoberflächen der Beschichtungen 56 ist jeweils ein Wärmeleitblech aus einer gut wärmeleitenden dünnen Aluminiumfolie aufgeklebt. Die äußeren Hauptoberflächen der Wärmeleitbleche 57 sind ihrerseits mit Wärmespeicherelementen 34, 34' aus Wärmespeichermaterial großflächig verklebt. Die Wärmespeicherelemente 34, 34' bestehen im dargestellten Ausführungsbeispiel aus Pappelholz und sind ebenso wie die Wärmeleitbleche für Mikrowellenstrahlung 11 durchlässig. Demgegenüber ist vorgesehen, daß die Beschichtung 56 bei einer niedrigen Anfangstemperatur praktisch vollständig durchlässig für Mikrowellenstrahlung 11 ist und daß mit ansteigender Temperatur eine Verringerung der Durchlässigkeit verbunden ist. Ausgehend von einer noch nicht erwärmten Anordnung gemäß Figur 16b in einem Mikrowellenfeld dringen

Mikrowellenstrahlen 11 durch die Wärmespeicherelemente 34, 34', die Wärmeleitbleche 57 und die Beschichtungen 56 in die Glaskörper 55 ein, wobei eine Ablenkung der Mikrowellenstrahlung 11 erfolgt. Infolge der reflektierenden Ausbildung der innenseitigen Randflächen 58 und Stoßkanten 59 werden die in die Glaskörper 55 eingekoppelten Mikrowellenstrahlen 11 bevorzugt entlang parallelen Richtungen zur Plattenebene hin und her geschickt. Dabei ist vorgesehen, daß die Länge  $L'$  der Glaskörper 55 jeweils der Hälfte der Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung 11 entspricht, wobei dies auch in der zur Zeichenebene senkrechten Erstreckungsrichtung vorgesehen sein kann. Hinsichtlich der symbolischen Darstellung der Mikrowellenstrahlung ist zu beachten, daß diese bezüglich der Wellenlänge und -amplitude gegenüber weiteren wiedergegebenen Abmessungen nicht maßstäblich ist. Auf diese Weise ist erreicht, daß sich in jedem einzelnen Glaskörper 55 aus der eingekoppelten Mikrowellenstrahlung 11 eine stehende Welle entwickelt. Durch die Umwandlung von Wellenenergie in thermische Energie in den Glaskörpern 55 erwärmen sich diese, während die Wärmespeicherelemente 34, 34' aus einem mikrowellenpassiven Wärmespeichermaterial, im konkreten Beispiel aus Pappelholz, keine vergleichbare Erwärmung erfahren. Das entsprechende Temperaturgefälle bewirkt eine Wärmeleitung von den Glaskörpern 55 durch die Beschichtungen 56 und die Wärmeleitbleche 57 in die Wärmespeicherelemente 34, 34', so daß sich auch diese in dem Mikrowellenfeld erwärmen. Sofern die Mikrowellenstrahlung 11 von der Strahlungsquelle mit räumlich ungleicher Strahlungsintensität ausgesandt wird, kann es zu einer ungleichmäßigen Erwärmung der benachbarten Glaskörper 55 kommen. Auch der diesbezüglich entstehende Temperaturunterschied wird durch die vorgesehenen Wärmeleitbleche 57 ausgeglichen. Mit zunehmender Erwär-

mung der Glaskörper 55 steigt auch die Temperatur der Beschichtungen 56. Als Reaktion darauf verringern die Beschichtungen 56 ihre Durchlässigkeit für Mikrowellenstrahlung 11, so daß deren Einkoppelung in die Glaskörper 55 verringert und eine weitere Aufheizung verlangsamt wird. Bei einer gewünschten Maximaltemperatur sind die Beschichtungen 56 schließlich praktisch undurchlässig für Mikrowellenstrahlung 11, so daß keine weitere Erwärmung der Glaskörper 55 und damit der Wärmespeicherelemente 34, 34' aus mikrowellenpassivem Material im Mikrowellenfeld erfolgt. Dadurch ist ein selbstreguliertes System realisiert, das die Aufheizung bei Erreichen der Sollparameter beendet.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein. Alle offenbarten Merkmale sind erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) sowie die Inhalte der PCT/EP93/03346 und der PCT/EP98/01956 vollinhaltlich mit einbezogen.

Patentansprüche

1. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) mit einem Latentwärmespeichermaterial (6) auf Paraffinbasis, dadurch gekennzeichnet, daß der Latentwärmespeicherkörper ein hygroskopisches Material enthält.
2. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) in einer dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung (2') aufgenommen ist.
3. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) in einer dampfdiffusionsundurchlässigen Umhüllung (2) aufgenommen ist.
4. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) in einer dampfdiffusionsdurchlässigen Umhüllung aufgenommen ist.
5. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das Latentwärmespeichermaterial (6) Kapillarräume aufweist, die Wege zu dem hygroskopischen Material (7) öffnen.
6. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) im Latentwärmespeicher-

körper (1,17,28,30,31,32) verteilt angeordnet ist.

7. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Massenanteil des hygroskopischen Materials (7) im Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) 5 % oder weniger beträgt.

8. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) hygroskopisches Material (7) unterschiedlicher Wirksamkeit enthalten ist.

9. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) ein Trägermaterial mit Latentwärmespeichermaterial (6) aufnehmenden kapillarartigen Aufnahmeräumen aufweist.

10. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Latentwärmespeicherkörper eine Anzahl von Trägermaterialeinzelkörpern (5) enthält.

11. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägermaterialeinzelkörper (5) eine plattenartige oder kornartige Gestalt aufweist.

12. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) körnerartig oder granulatartig ausgebildet ist.

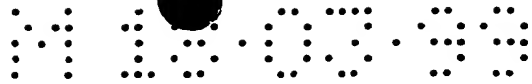
13. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) als Pulver ausgebildet ist.

14. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) auf einem Trägermaterialeinzelkörper (5) angeordnet ist.

15. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägermaterialeinzelkörper (5) und die Umhüllung (2,2') von einem gasenthaltenden Raum beabstandet angeordnet sind.

16. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß sich in dem Latentspeicherkörper (1,17,28,30,31,32) ein Verteilkörper (24) flächig und/oder räumlich erstreckt, wobei der Verteilkörper Kapillarräume aufweist, die Wege zu dem hygroskoischen Material (7) öffnen.

17. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß auf



dem Verteilkörper (24) hygroskopisches Material (7) angeordnet ist.

18. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteilkörper 24 aus einem hygroskopischen Material (7) ausgebildet ist.

19. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung (2,2') des Latentwärmespeicherkörpers (1,17,28,30,31,32) eine verschließbare Öffnung (18) aufweist.

20. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Verteilkörper (24) von der verschließbaren Öffnung (18) der Umhüllung (2,2') ausgehend in den Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) erstreckt.

21. Latentwärmespeicherkörper (1,17,28,30,31,32) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das Latentwärmespeichermaterial (6) ein viskositätssteigerndes Additiv enthält.

22. Verfahren zur Herstellung eines Latentwärmespeicherkörpers (1,17,28,30,31,32) mit in einem Aufnahmeräume aufweisenden Trägermaterial aufgenommenen Latentwärmespeichermaterial (6) auf Paraffinbasis, bei dem das Latentwärmespeichermaterial (6) verflüssigt wird und in verflüssigter Form an selbstansaugende

kapillarartige Aufnahmeräume des Trägermaterials herangeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das verflüssigte Latentwärmespeichermaterial (6) an eine Mehrzahl von Trägermaterialeinzelkörpern (5) eines Latentwärmespeicherkörpers (1,17,28,30,31,32) herangeführt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß ein hygroskopisches Material (7) an eine Oberfläche des Trägermaterials angelagert wird.

24. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 22 und 23 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) an die Oberfläche des Trägermaterials angelagert wird, nachdem das verflüssigte Latentwärmespeichermaterial (6) an die selbstansaugenden kapillarartigen Aufnahmeräume des Trägermaterials herangeführt worden ist.

25. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 24 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß ein körner- und/oder granulat- und/oder pulver- und/oder flockenartiges hygroskopisches Material (7) verwendet wird.

26. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 25 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägermaterial körner- und/oder granulat- und/oder flockenartiges Material verwendet wird.

27. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 26 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägermaterial ein Vlies verwendet wird.



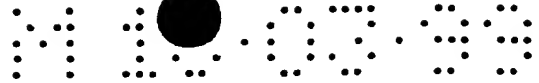
28. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 27 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial in einer plattenartigen Ausgestaltung verwendet wird.

29. Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß ein hygroskopisches Material (7) an eine Oberfläche des Trägermaterials angelagert wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29 oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch eines oder mehreren Merkmale der Ansprüche 24 bis 28.

31. Verfahren zur Aufheizung eines festen oder flüssigen Wärmespeichermaterials, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlung nicht aufheizbar ist oder schwächer aufheizbar ist als Wasser, dadurch gekennzeichnet, daß dem Wärmespeichermaterial ein hygroskopisches Material (7) zum Wärmeaustausch mit dem Wärmespeichermaterial in einem Mengenverhältnis zugeordnet wird, bei dem sich, ausgehend von einem Feuchtegleichgewicht des hygroskopischen Materials (7) bei 50% relativer Luftfeuchte und 20°C eine Menge von 500 Gramm des Wärmespeichermaterials bei einer Mikrowellenbestrahlung mit 400 bis 600 Watt Leistung in einem Zeitraum von 2 bis 10 Minuten von 20°C um mindestens 50°C erwärmt und daß eine Bestrahlung des hygroskopischen Materials (7) mit Mikrowellenstrahlung vorgenommen wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß ein für Mikrowellenstrahlung (11) durchlässiges Wärmespeichermaterial verwendet wird.



33. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 31 und 32 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß ein hygroskopisches Material (7) verwendet wird, dessen hygroskopische Eigenschaft durch eine durch Mikrowellenstrahlung bedingte Erwärmung nicht verändert wird.

34. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 33 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das hygroskopische Material (7) sandwichartig zwischen zwei plattenartigen Wärmespeicherelementen (34, 34') angeordnet wird.

35. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 34 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß in einem plattenartigen Wärmespeicherelement (34, 34') Hohlräume (39) ausgebildet werden, die sich durchgehend zwischen einer dem hygroskopischen Material zugewandten Fläche (40) des Wärmespeicherelementes und einer in Feuchtaustausch mit der Umgebung stehenden Fläche (41) des Wärmespeicherelementes (34, 34') erstrecken.

36. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 35 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß in einem festen Wärmespeicherelement (34, 34') kapillarartige Aufnahmeräume zur Aufnahme eines Latentwärmespeichermaterials auf Paraffinbasis vorgesehen werden.

37. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 36 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wärmespeicherelement (34, 34') aus Pappelholz ausgebildet wird.

38. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 37 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Verteilung der Mikrowellenstrahlungsintensität durch eine die Mikrowellen (11) reflektierende Folie im Bereich vergleichsweise höherer Strahlungsintensität vergleichmäßigt wird.

39. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 31 bis 38 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturverteilung innerhalb des Wärmespeichermaterials und/oder des hygroskopischen Materials (7) und/oder zwischen Wärmespeichermaterial und hygroskopischem Material (7) durch ein Wärmeleitblech aus gut wärmeleitendem Material im Übergangsbereich verschiedener Temperaturen vergleichmäßigt wird.

40. Wärmespeichervorrichtung (33, 38, 42, 44) mit einem festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowelleneinstrahlung nicht aufheizbar ist oder schwächer aufheizbar als Wasser, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmespeichervorrichtung (33, 38, 42, 44) ein hygroskopisches Material (7) zur Wärmeübertragung auf das Wärmespeichermaterial enthält.

41. Wärmespeichervorrichtung (47) mit einem festen oder flüssigen Wärmespeichermaterial, das von sich aus durch Mikrowellenstrahlung nicht aufheizbar ist oder schlechter aufheizbar ist als Wasser, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmespeichervorrichtung einen plattenartigen Glaskörper (52, 55) zur Wärmeübertragung auf das Wärmespeichermaterial enthält und daß die Länge (L, L') des Glaskörpers (52, 55) in einer Erstreckungsrichtung zumindest der halben Wellenlänge einer zur Energiezufuhr gewählten Mikrowellenstrahlung (11) entspricht.

42. Wärmespeichervorrichtung (47) nach Anspruch 41 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmespeichermaterial für Mikrowellenstrahlung durchlässig ist.

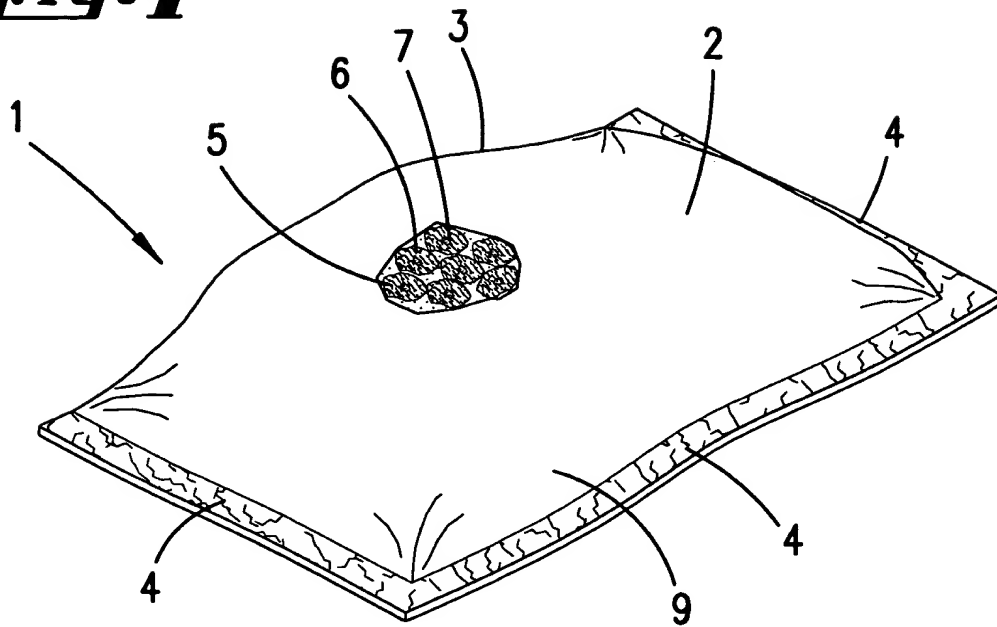
43. Wärmespeichervorrichtung (47) nach einem oder beiden der Ansprüche 41 und 42 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß eine Oberfläche des Glaskörpers für aus dem Glaskörperinneren auftreffende Mikrowellenstrahlung reflektierend ausgebildet ist.

44. Wärmespeichervorrichtung (47) nach einem oder mehreren der Ansprüche 41 bis 43 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß eine Oberfläche (55', 55'') des Glaskörpers (55) eine Beschichtung (56) mit einem temperaturabhängigen Transmissionskoeffizienten für Mikrowellenstrahlung (11) aufweist.

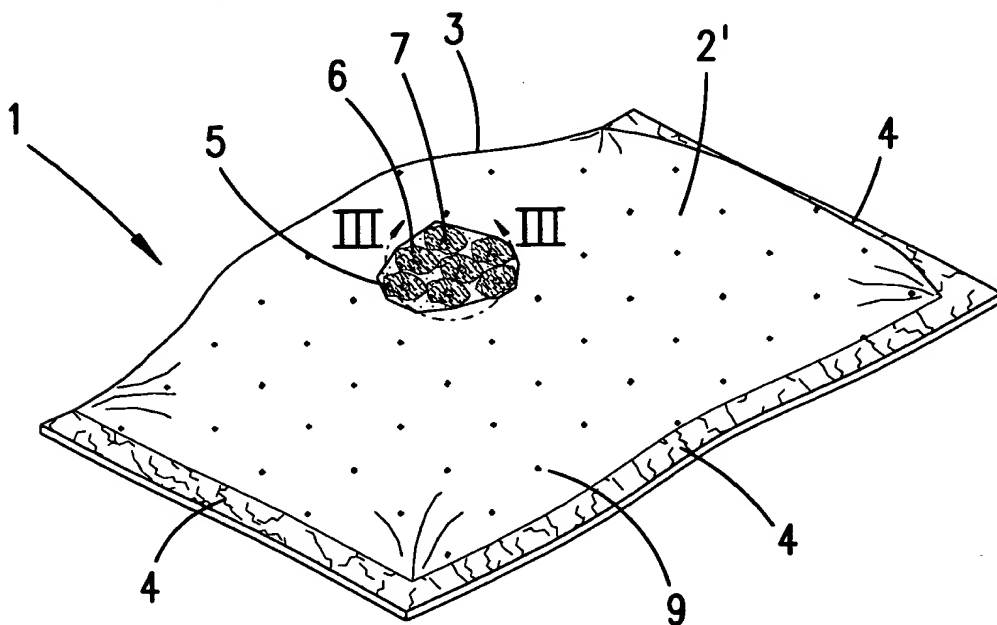
45. Wärmespeichervorrichtung (47) nach einem oder mehreren der Ansprüche 41 bis 44 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Verteilung der Mikrowellenstrahlungsintensität durch eine die Mikrowellen (11) reflektierende Folie im Bereich vergleichsweise höherer Strahlungsintensität gleichmäßig wird.

46. Wärmespeichervorrichtung (47) nach einem oder mehreren der Ansprüche 41 bis 45 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturverteilung innerhalb des Wärmespeichermaterials und/oder zwischen dem Wärmespeichermaterial und dem Glaskörper durch ein Wärmeleitblech (57) aus einem gut wärmeleitenden Material im Übergangsbereich verschiedener Temperaturen gleichmäßig wird.

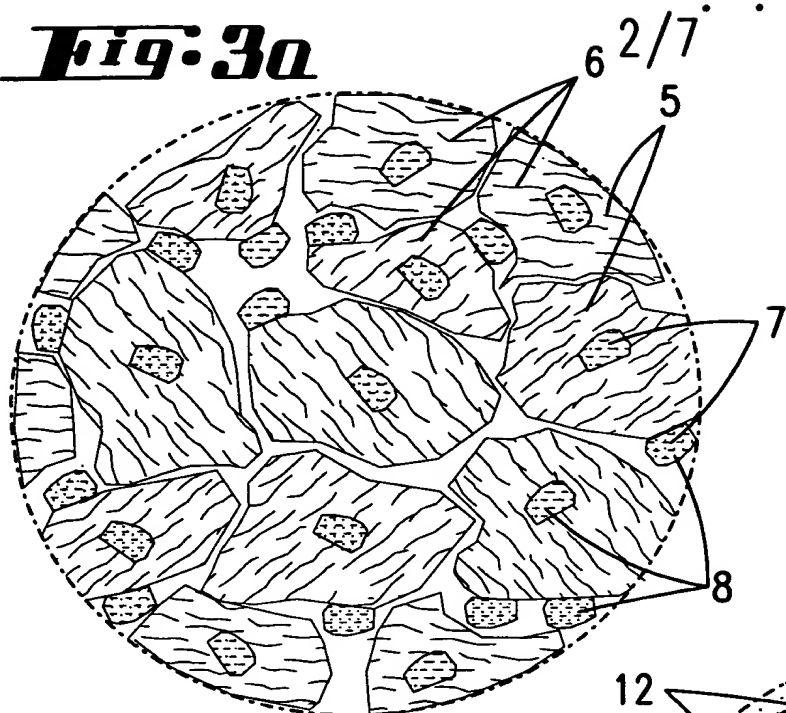
**Fig. 1**



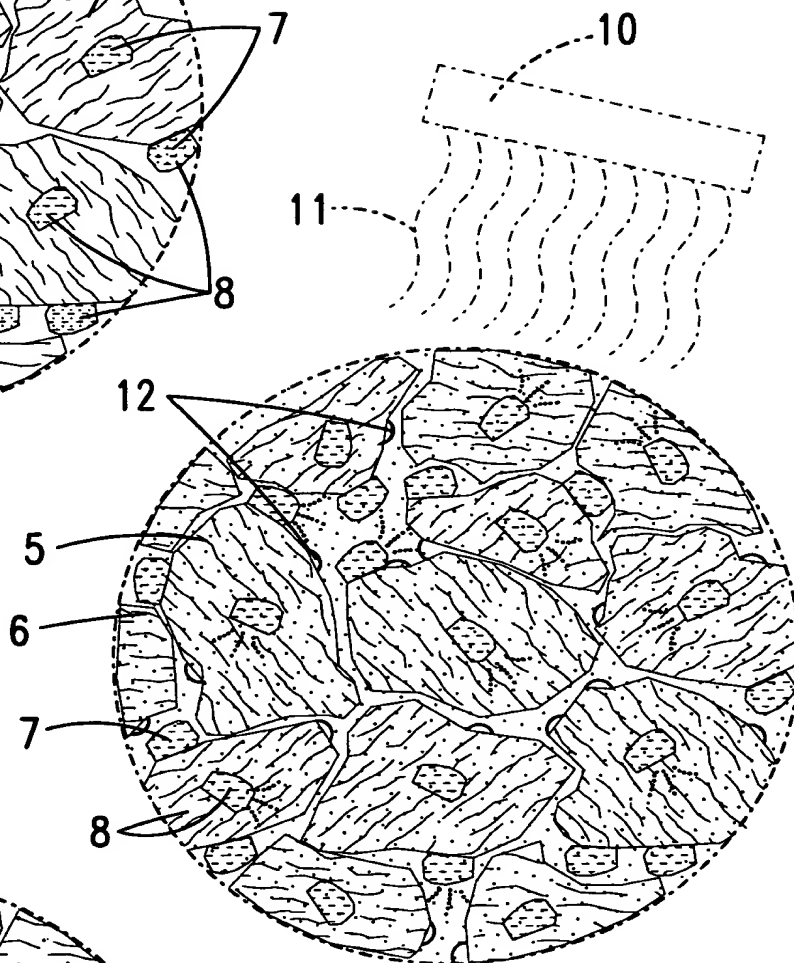
**Fig. 2**



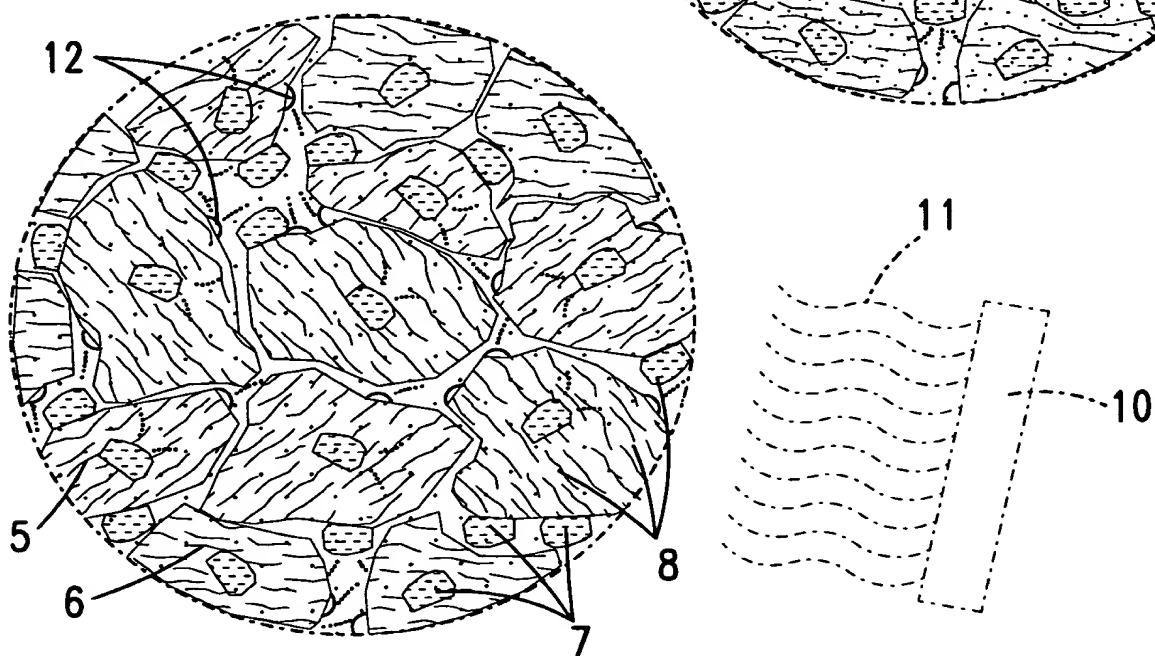
**Fig. 3a**



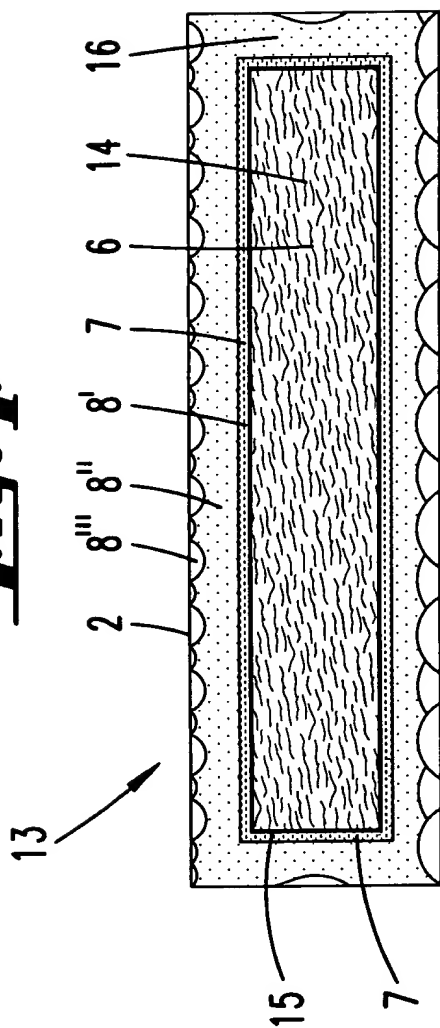
**Fig. 3b**



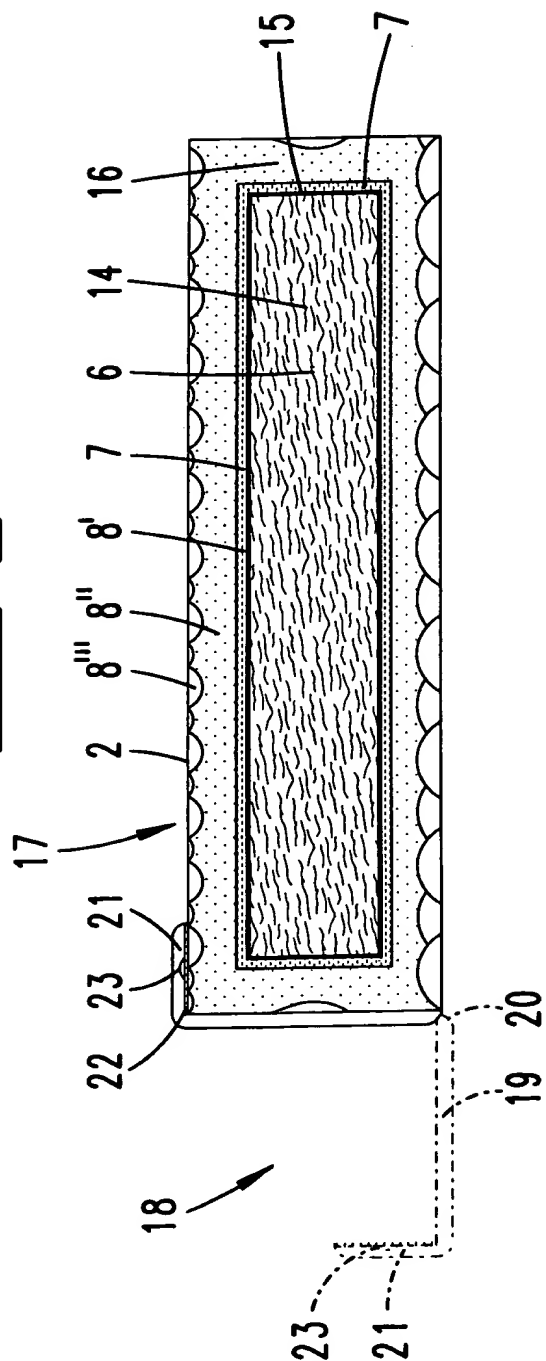
**Fig. 3c**



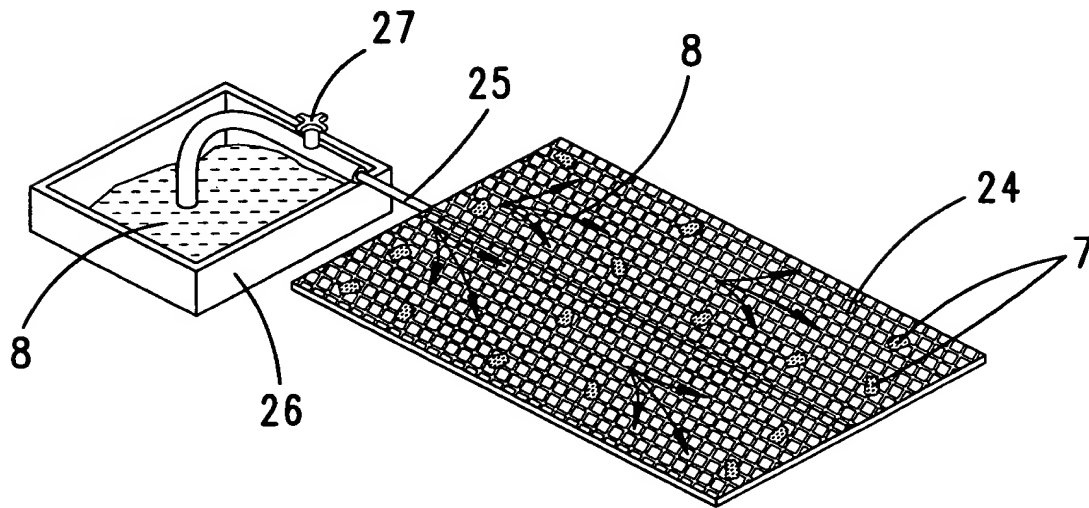
**Fig. 4**



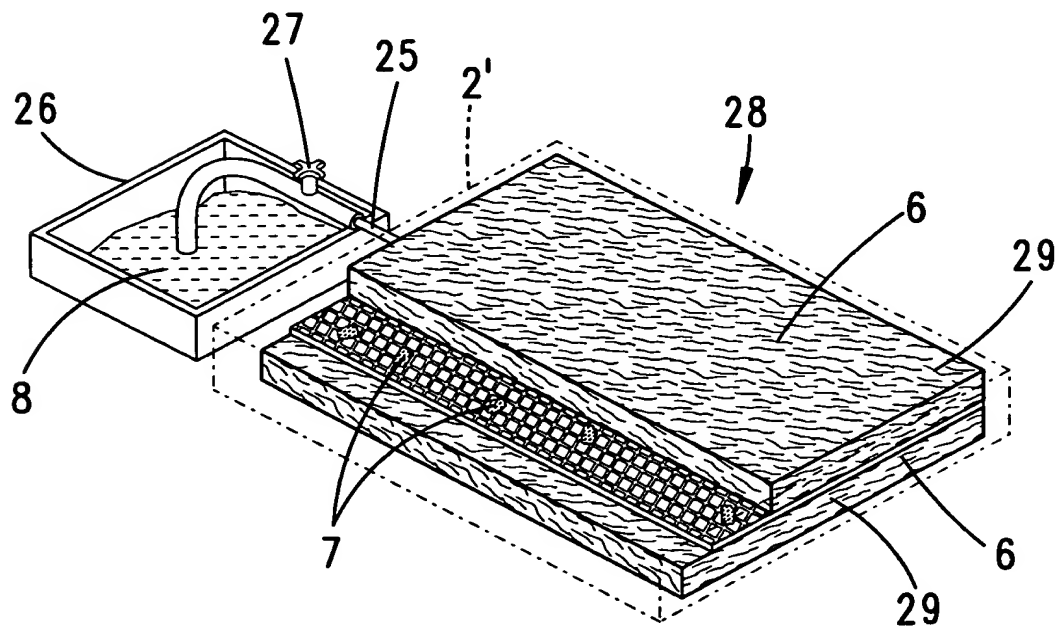
**Fig. 5**



**Fig. 6**

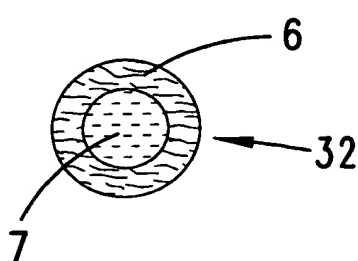


**Fig. 7**

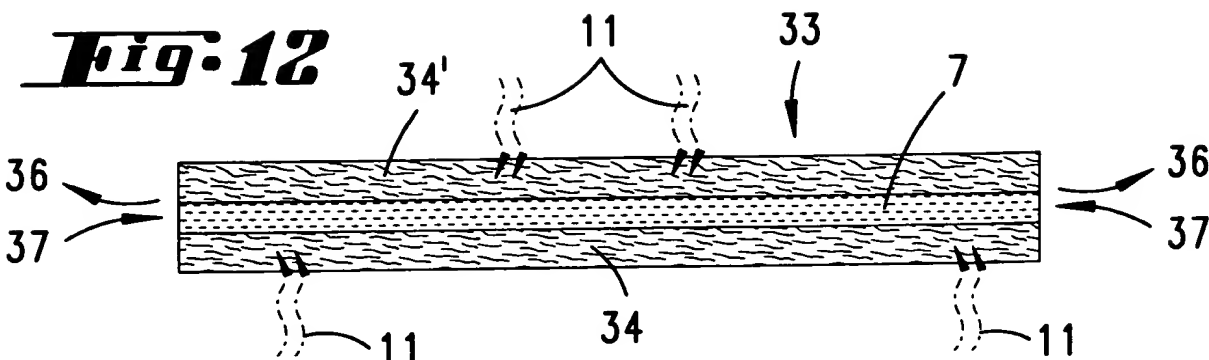




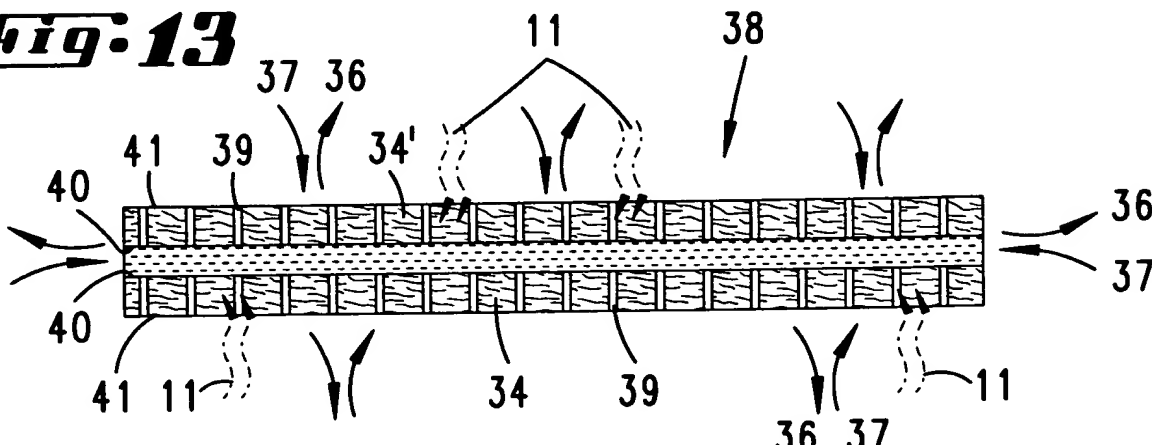
5/7



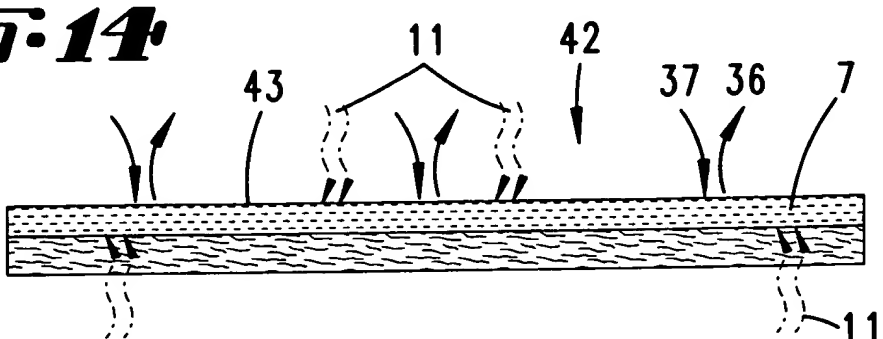
**Fig. 12**



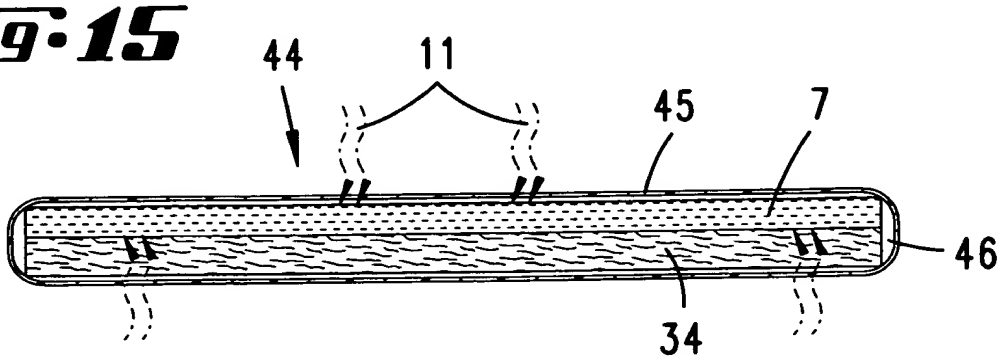
**Fig. 13**



**Fig. 14**

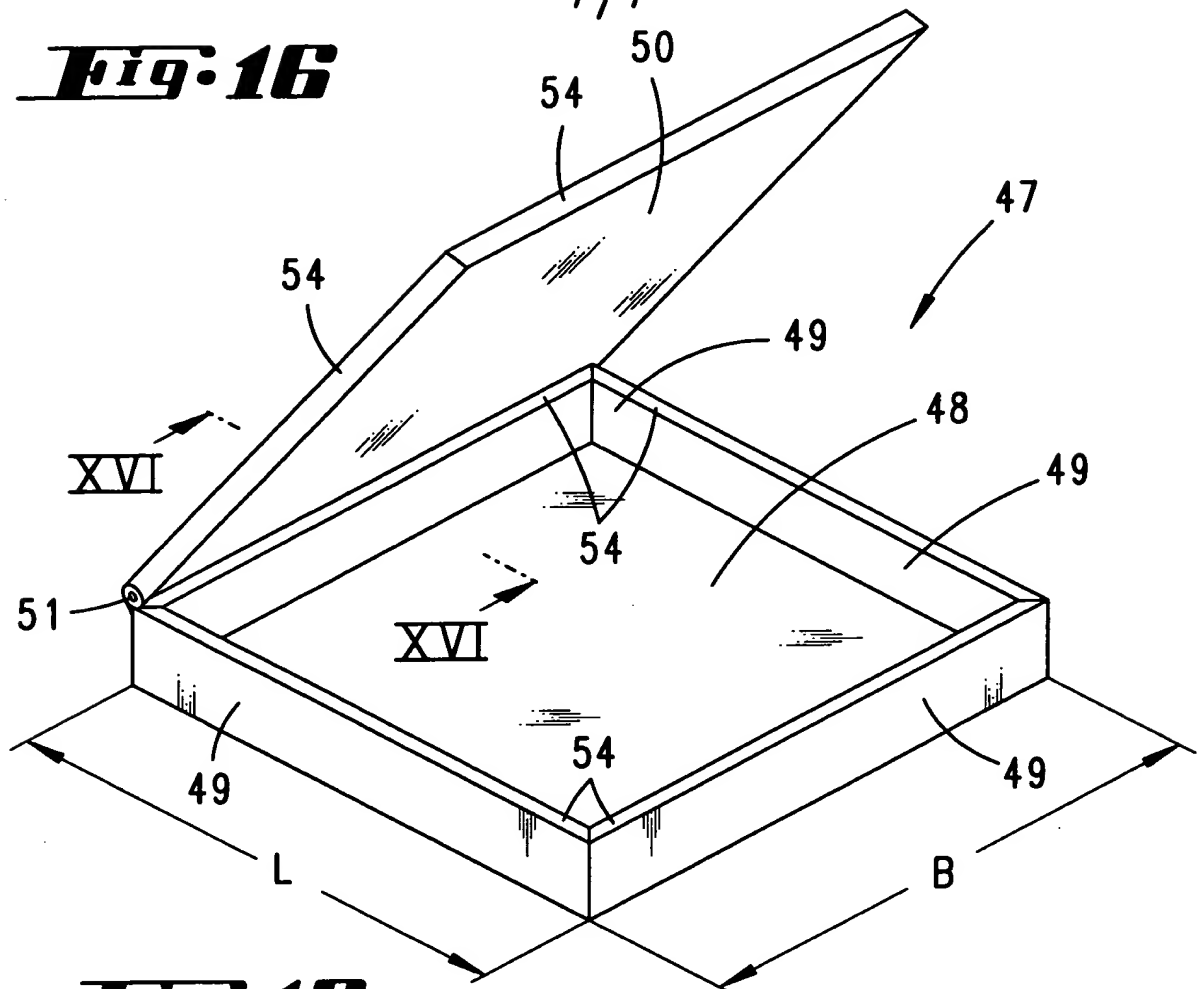


**Fig. 15**

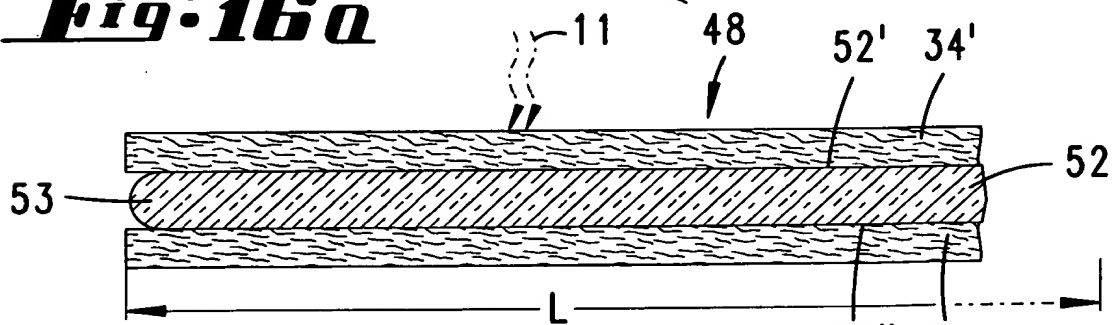


7/7

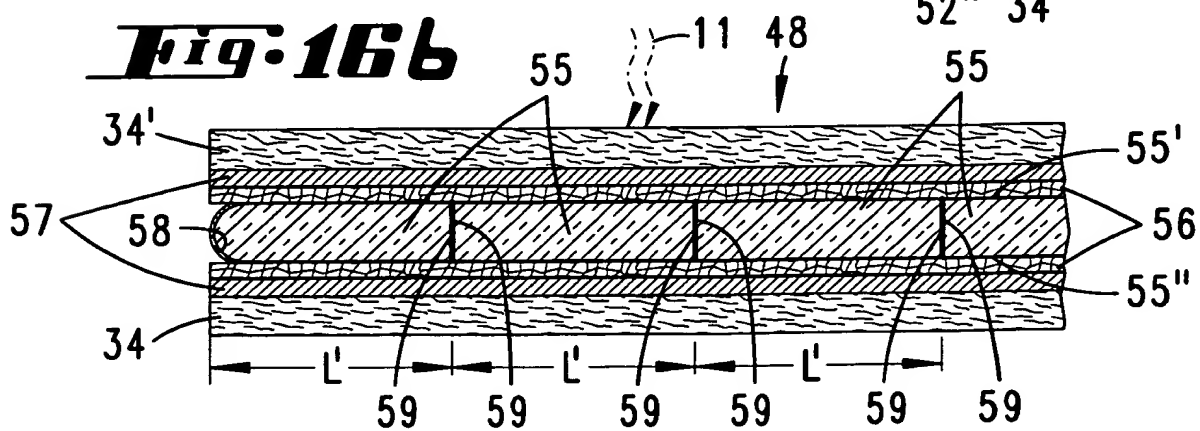
**Fig. 16**



**Fig. 16a**



**Fig. 16b**



**This Page Blank (uspto)**